전발연 2005-R-14

전라북도 환경용량 및 도시개발용량 평가

2005

전북발전연구원
JEONBUK DEVELOPMENT INSTITUTE

연 구 진

연 구 책 임	김 보 국	● 전북발전연구원 연구위원
연 구 원	이 강 진	● 전북발전연구원 연구위원
	이 성 재	● 전북발전연구원 연구원
연 구 자 문	원 찬 희	● 전북대학교 교수
	조 임 곤	● 경기대학교 교수
	심 정 연	● 전라북도 환경정책과 과장
	이 창 현	● 전북발전연구원 연구위원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
전라북도의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

Ⅰ. 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

○ 지속가능한 개발이란 자연의 환경용량 내에서 이루어지는 발전임. 환경정책을 추진함에 있어서도 환경용량을 보존한다는 것이 핵심적인 목표가 되어야 함

○ 환경용량에 기초하여 자연시스템이 어느정도나 인간의 활동을 지탱할 수 있을지를 파악하고 수용가능한 인간활동량을 제시해 줄 수 있는 구체적인 정책지침이 개발되어야 할 필요가 있음

○ 지역의 환경용량을 파악하면 각 지역의 지속가능성 지표체계를 마련할 수 있으며 이 지표체계를 통해 각 자치단체의 지속가능성의 정도나 개발사업의 환경적 지속가능성까지도 평가하고 주기적으로 모니터링하는 데 환경용량이 활용될 수 있음

○ 지역의 낙후성을 극복하기 위하여 새만금, 동부권개발, 기업도시 등 개발사업을 추진하고 있음. 앞으로 더욱 많은 개발 사업들이 제시될 것이고 이에 따라 환경보존과 개발사이의 갈등은 계속적으로 증가할 것으로 예상됨

○ 환경수용용량과 환경가용용량을 정확하게 파악하고 지속가능한 전라북도 환경정책의 틀을 제시하는 연구가 선행될 때 갈등요인을 최소화 할 수 있을 것으로 기대됨

2. 연구의 범위 및 방법

○ 연구의 공간적 범위는 전라북도와 전라북도에 위치한 14개 시군을 대상으로 하였으며 시간적 범위는 1994년부터 2003년까지 10년간의 환경이용 현황을 파악하고 환경적으로 수용가능한 양을 예측하는데 있음

○ 따라서 문헌연구를 통해 지자체간 상호 비교 가능한 연구방법을 채택하고자 함. 본 연구에서는 생태적발자국(Ecological Footprint : EF), 에머지(Emergy),

오니시(Onishi)분석을 이용하였으며 타지역의 연구사례를 바탕으로 전라북도의 도시개발용량을 제시함

○ 본 연구는 크게 3단계로 나누어 진행됨. 1단계에서는 관련연구와 사례 등을 검토하여 정리하고, 2단계에서는 전라북도와 도내 시군의 10년간(1994~2003) 자료를 분석함으로써 시군별 환경용량과 개발가능용량을 파악하고, 3단계에서는 분석된 결과를 토대로 정책방안을 제안함

3. 연구결과 요약

1) 전라북도 환경용량평가

○ 생태적발자국지수(EF)에 의해 전라북도 환경용량을 평가해 본 결과 1994년 전라북도 도민 1인당 토지면적은 0.4011ha였다. 이때 소비수준을 나타내는 EF지수는 2.960ha로서 전라북도 도민 1인당 토지소비는 자연조건으로 주어진 토지면적 보다 약 2.559ha(7.4배)를 더 초과하여 이루어지고 있음을 알 수 있다. 2002년의 경우 역시 1인당 토지면적은 0.4104ha, EF지수 3.323ha로 2.912ha(21배)를 더 초과하여 토지소비가 이루어지고 있음

○ EF지수의 선행연구지역과 동일지표를 사용해 비교한 결과 청주시의 EF지수(1999년 EF 1.9010)보다는 높고, 울산(1999년 EF 4.049)과 서울(1997년 EF 4.32)보다는 낮은 것으로 나타났으나 타지역에 비해 상대적으로 낮은 생태적자와 면적배수를 나타냄. 전라북도가 자연산출율(단위생산량)에 비해 상대적으로 적게 소비하고 있으며 다른 지역에 비해 생태적으로 생산성이 높은 토지를 많이 보유하고 있는 것으로 나타남

○ 전라북도의 2003년 에머지교환비율은 0.45로 수출 에머지가 수입 에머지보다 크게 나타나 생산자 지역에 해당하며 경제의 단위면적당 연간 에머지 사용량은 아주 낮아 Odum(1996)의 구분에 따르면 농촌형 지역에 속함. 일인당 연간 에머지 사용량에서 전라북도는 전국평균에 비해 32.6% 정도 수준으로 아주 낮은 것으로 나타남. 이는 세계 평균보다 43%정도 높았으며 선진국의 수준과는 차이가 큰 것으로 나타나 국가적으로는 선진국에 접근을 하였으나 전라북도지역은 아직도 중진국 수준에 머물러 있는 것으로 나타남

○ 전라북도자연환경이 공급하는 재생가능한 에너지가 수용할 수 있는 인구는 약

143만명으로, 2003년 전라북도 인구 196만명의 73%에 해당하며 전라북도 경제가 선진국 수준으로 발전한다고 가정할 경우 인구수용력은 1,115만명으로 전체 인구의 5.7배에 해당함. 따라서 전라북도는 현재 자연 환경이 부양할 수 있는 수준을 초과한 상태이나 인구수용능력면에서 많은 여유가 있는 것으로 나타남. 전라북도의 환경부하비율은 0.37로 대한민국 전체인 19.65 보다 아주 작은 것으로 나타났고 에머지 지속가능성지수(ESI)는 11.40으로 아주 높은 것으로 나타남

2) 전라북도 도시개발용량평가

○ 전라북도의 여유용량은 도시의 규모가 비교적 작은 정읍시, 남원시 등의 도시지역과 동부산악권에 위치한 완주군, 진안군, 무주군, 장수군, 임실군, 순창군 등의 지역에서 비교적 높게 나타나는 반면, 전주시와 군산시 등의 중규모 이상의 도시에서는 여유용량이 낮게 나타나고 있어 개발의 정도가 편중되어 차이가 발생하고 있음

○ 현재수준(현재용량/평균용량) 또한 전주시, 군산시, 익산시를 중심으로 높은 비율을 보이고 있어 적절한 개발수준의 조정이 필요함

Ⅱ. 정책건의

1. 양적성장보다는 질적성장을 추구하는 환경정책

○ 환경용량적인 접근으로는 전라북도는 지속적으로 친환경적인 상태를 유지할 확률이 높은 것으로 나타났다. 전라북도가 지속적인 발전가능성이 가능한 상황이므로 이를 유지하기 위해서는 양적인 성장이 아니라 질적인 성장에 초점을 맞추어야 할 것임

○ 인구의 감소로 인해 경제적으로 어려움을 호소하고 있는 가운데 환경용량에 따른 인구로 판단할 때 아직도 27%이상이 초과되고 있는 상황임. 이제는 전라북도가 성장을 대가로 환경을 해치지 않을 수 있는 환경과 성장이 어우러지는 방안을 모색할 단계임

2. 성장관리정책과 도시개발용량을 기초로한 균형있는 도시개발

○ 전라북도 내 시군별 균형있는 발전을 위한 성장관리정책을 통해 현재 여유용량이 있는 지역과 도시시설 수준이 열악한 지역에 대해서는 도 차원에서의 지원이 필요하고, 현재용량이 적정용량을 초과하거나 타 지역에 비해 도시시설 수준이 높은 시군에 대해서는 개발속도 및 개발수준을 적절히 조절해 주는 제도적 장치가 필요함

○ 또한 도시개발용량 산정결과를 기초자료로 해서 전라북도의 균형있는 발전을 유도할 수 있도록 도내의 특성에 적합한 성장관리기법을 개발할 수 있는 연구가 뒷받침 되어야 할 것임

3. 지속적인 환경용량평가

○ 주기적인 환경용량평가로 전라북도 및 14개 시군의 환경현황을 파악하고 올바르게 인식함으로써 지속가능한 환경정책 추구

○ 환경용량평가를 위한 환경기초통계자료의 지속적이고 원활한 확보방안 마련

4. 참여기구 및 의사결정제도 마련

○ 14개 시군을 대상으로 하는 전라북도 성장관리정책 수립 과정에는 기초자치단체인 시군의 상황과 의견을 충분히 반영할 수 있는 참여기구 및 의사결정제도를 마련하는 방안이 요구됨

목 차

제1장 서 론 ····· 1

제1절 연구배경 및 목적 ····· 3

1. 연구배경 ····· 3

2. 연구목적 ····· 4

제2절 연구방법 및 연구체계 ····· 5

1. 연구방법 ····· 5

2. 연구체계 ····· 5

제2장 환경용량 개념 및 연구동향 ····· 7

제1절 환경용량 및 평가의 개념 ····· 9

1. 환경용량의 개념 ····· 9

2. 환경용량평가의 개념 ····· 11

제2절 환경용량평가방법 및 연구동향 ····· 12

1. 생태적발자국지수(Ecological Footprint : EF) ····· 12

2. 에머지(Emergy) ····· 14

3. 오니시(Onishi) ····· 16

4. 시스템다이나믹스(System Dynamics) ····· 16

제3절 환경용량의 활용동향 ····· 18

제3장 환경용량 분석방법 ····· 21

제1절 생태적 발자국(Ecological Footprint)에 의한 환경용량평가 ····· 23

제2절 에머지분석에 의한 환경용량평가 ····· 25

1. 에머지 분석 개요 ····· 25

2. 에머지 계산과정 ····· 27

3. 에머지 지수 ····· 30

제3절 오니시모델을 적용한 환경용량평가 ····· 37

1. 공급측면 ····· 37

2. 수요측면 ····· 37

3. 공급· 수요간 균형점 ····· 38
제4장 전라북도 시군의 일반현황 ····· 39
제1절 인구현황 ····· 41
1. 인구분포 ····· 41
2. 시군별 현황 ····· 41
제2절 토지자원 현황 ····· 44
1. 행정구역 체계 ····· 44
2. 도시계획 구역 ····· 45
3. 각종 보호구역 ····· 46
제3절 산업경제 현황 ····· 49
제4절 도시시설 현황 ····· 50
1. 주택 ····· 50
2. 기반시설 ····· 51

제5장 전라북도 환경용량평가 ····· 53
제1절 전라북도 생태적 발자국 지수 분석 ····· 55
1. 전라북도 생태적 발자국 지수 분석 ····· 55
2. 시·군별 생태적 발자국 지수 분석 ····· 64
제2절 전라북도 에머지 분석 ····· 84
1. 전라북도의 에머지분석과 환경용량 ····· 84
제3절 오니시모델을 적용한 전라북도 환경용량 분석 ····· 91
1. 도시성장의 한계와 용량 접근법 ····· 91
2. 전라북도 도시기반시설 및 서비스 용량분석 ····· 92
3. 시·군별 도시기반시설 및 서비스 용량분석 ····· 96

제6장 전라북도 도시개발용량 평가 ····· 151
제1절 선행관련연구의 검토 ····· 153
1. 관련연구의 검토 ····· 153
2. 사례연구의 검토 ····· 154
제2절 평가항목 산정 및 산정과정 ····· 155
1. 도시개발용량 평가항목 산정 ····· 155
2. 도시개발용량 산정과정 ····· 156

제3절 평가항목별 평가기준 ····· 157
1. 토지용량 ····· 157
2. 산림용량 ····· 160
3. 상수도용량 ····· 161
4. 하수도용량 ····· 162
제4절 도시개발용량 산정 ····· 164
1. 토지용량 ····· 164
2. 산림용량 ····· 176
3. 상하수도용량 ····· 181
4. 산정용량 종합 분석 ····· 187

제7장 결 론 ····· 193
제1절 환경용량평가 ····· 195
제2절 도시개발용량평가 ····· 197

표 목 차

<표 3.1-1> 생태적 발자국 지수 산정의 구성항목 ····· 24
<표 3.2-1> 태양에너지 변환도의 예 ····· 26
<표 3.2-2> 에머지 평가표 ····· 28
<표 4.1-1> 년도별 인구증가 추세 ····· 41
<표 4.1-2> 시·군별 인구현황 ····· 42
<표 4.2-1> 전라북도 행정구역 변천 ····· 44
<표 4.2-2> 용도지역 현황 ····· 45
<표 4.2-3> 도시화 추세 ····· 45
<표 4.2-4> 상수원보호구역 현황 ····· 47
<표 4.3-1> 지역내 총생산 ····· 49
<표 4.3-2> 사업체 및 종사자별 산업구조 ····· 49
<표 4.4-1> 주택보급율 ····· 50
<표 4.4-2> 시·군별 도시기반시설 현황 ····· 51
<표 5.1-1> EF지수 산정의 구성항목 ····· 55
<표 5.1-2> 1994년 음식부문 전라북도 EF지수 ····· 56
<표 5.1-3> 2003년 음식부문 전라북도 EF지수 ····· 56
<표 5.1-4> 1994~2003 음식부문 전라북도 EF지수 ····· 57
<표 5.1-5> 1994년 건조환경부문 전라북도 EF지수 ····· 57
<표 5.1-6> 2003년 건조환경부문 전라북도 EF지수 ····· 58
<표 5.1-7> 1994~2003 건조환경부문 전라북도 EF지수 ····· 58
<표 5.1-8> 산림부문 전라북도 EF지수 ····· 59
<표 5.1-9> 1994년 에너지부문 전라북도 EF지수 ····· 60
<표 5.1-10> 2002년 에너지부문 전라북도 EF지수 ····· 60
<표 5.1-11> 1994~2003 에너지부분 전라북도 EF지수 ····· 61
<표 5.1-12> 1994~2003 전라북도의 EF변화 ····· 61
<표 5.1-13> 전라북도 1인당 초과 소비규모 ····· 62
<표 5.1-14> 전라북도의 EF지수와 생태적자 ····· 62
<표 5.1-15> 전라북도와 다른 지역의 EF지수 비교 ····· 63

<표 5.1-16> EF지수 산정의 구성항목 ····· 64
<표 5.1-17> 시지역 음식부문 EF지수 변화 ····· 66
<표 5.1-18> 군지역 음식부문 EF지수 변화 ····· 69
<표 5.1-19> 시지역 건조환경부문 EF지수 변화 ····· 71
<표 5.1-20> 군지역 건조환경부문 EF지수 변화 ····· 73
<표 5.1-21> 전라북도 시·군별 산림면적(1994년~2003년) ····· 75
<표 5.1-22> 시지역 에너지부문 EF지수 변화 ····· 76
<표 5.1-23> 군지역 에너지부문 EF지수 변화 ····· 78
<표 5.1-24> 시군별 1인당 총괄 EF지수 변화 ····· 80
<표 5.1-25> 시군별 1인당 초과 소비규모(1999년) ····· 80
<표 5.1-26> 시군별 1인당 초과 소비규모(2003년) ····· 81
<표 5.1-27> 시군별 1인당 EF지수와 생태적자(1999년) ····· 82
<표 5.1-28> 시군별 1인당 EF지수와 생태적자(2003년) ····· 82
<표 5.2-1> 전라북도의 2003년 에머지 흐름 ····· 87
<표 5.2-2> 전라북도의 2003년 에머지 흐름 요약 ····· 88
<표 5.2-3> 전라북도의 2003년 에머지 지수 ····· 89
<표 5.3-1> 전라북도 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 92
<표 5.3-2> 전라북도 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 93
<표 5.3-3> 전라북도 쓰레기 처리현황 ····· 94
<표 5.3-4> 전라북도 쓰레기 매립현황 ····· 95
<표 5.3-5> 전주시 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 96
<표 5.3-6> 군산시 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 97
<표 5.3-7> 익산시 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 98
<표 5.3-8> 정읍시 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 99
<표 5.3-9> 남원시 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 100
<표 5.3-10> 김제시 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 101
<표 5.3-11> 완주군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 102
<표 5.3-12> 진안군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 103
<표 5.3-13> 무주군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 104
<표 5.3-14> 장수군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 105
<표 5.3-15> 임실군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 106
<표 5.3-16> 순창군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 107

<표 5.3-17> 고창군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 108
<표 5.3-18> 부안군 수돗물 수요 및 공급현황 ····· 109
<표 5.3-19> 전주시 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 110
<표 5.3-20> 군산시 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 111
<표 5.3-21> 익산시 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 112
<표 5.3-22> 정읍시 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 113
<표 5.3-23> 남원시 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 114
<표 5.3-24> 김제시 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 115
<표 5.3-25> 완주군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 116
<표 5.3-26> 진안군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 117
<표 5.3-27> 무주군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 118
<표 5.3-28> 장수군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 119
<표 5.3-29> 임실군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 120
<표 5.3-30> 순창군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 121
<표 5.3-31> 고창군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 122
<표 5.3-32> 부안군 하수처리 수요 및 공급현황 ····· 123
<표 5.3-33> 전주시 쓰레기 처리현황 ····· 124
<표 5.3-34> 군산시 쓰레기 처리현황 ····· 125
<표 5.3-35> 익산시 쓰레기 처리현황 ····· 127
<표 5.3-36> 정읍시 쓰레기 처리현황 ····· 128
<표 5.3-37> 남원시 쓰레기 처리현황 ····· 130
<표 5.3-38> 김제시 쓰레기 처리현황 ····· 131
<표 5.3-39> 완주군 쓰레기 처리현황 ····· 133
<표 5.3-40> 진안군 쓰레기 처리현황 ····· 134
<표 5.3-41> 무주군 쓰레기 처리현황 ····· 136
<표 5.3-42> 장수군 쓰레기 처리현황 ····· 137
<표 5.3-43> 임실군 쓰레기 처리현황 ····· 139
<표 5.3-44> 순창군 쓰레기 처리현황 ····· 140
<표 5.3-45> 남원시 쓰레기 처리현황 ····· 142
<표 5.3-46> 부안군 쓰레기 처리현황 ····· 143
<표 5.3-47> 전주시 대기오염 현황 ····· 145
<표 5.3-48> 군산시 대기오염 현황 ····· 147

<표 5.3-49> 익산시 대기오염 현황 ····· 149
<표 6.1-1> 관련연구의 산정지표 ····· 154
<표 6.1-2> 사례연구의 산정지표 ····· 155
<표 6.3-1> 급수인구에 대한 1인 1일당 최대급수량 ····· 161
<표 6.3-2> 시·도별 하수도 보급률 현황 ····· 163
<표 6.4-1> 전라북도 표고 분석 ····· 164
<표 6.4-2> 전라북도 경사 분석 ····· 166
<표 6.4-3> 전라북도 개발불가능지역 분석(표고 100m이상 & 경사 20%이상) ···· 167
<표 6.4-4> 전라북도 개발불가능지역 분석(경사 20%이상) ····· 169
<표 6.4-5> 개발억제지역 현황 ····· 170
<표 6.4-6> 개발억제지역 분석 ····· 171
<표 6.4-7> 가용토지면적 분석 ····· 172
<표 6.4-8> 밀도 구분 원단위 ····· 173
<표 6.4-9> 전국 평균 인구밀도 ····· 174
<표 6.4-10> 전라북도 전체 토지용량 산정 ····· 174
<표 6.4-11> 시 지역 토지용량 산정 ····· 174
<표 6.4-12> 군 지역 토지용량 산정 ····· 175
<표 6.4-13> 전라북도 지역 공원용량 산정 ····· 176
<표 6.4-14> 시 지역 공원용량 산정 ····· 177
<표 6.4-15> 군 지역 공원용량 산정 ····· 177
<표 6.4-16> 전라북도 지역 산림면적용량 산정 ····· 179
<표 6.4-17> 시 지역 산림면적용량 산정 ····· 179
<표 6.4-18> 군 지역 산림면적용량 산정 ····· 180
<표 6.4-19> 전라북도 지역 상수도용량 산정 ····· 181
<표 6.4-20> 시 지역 상수도용량 산정 ····· 182
<표 6.4-21> 군 지역 상수도용량 산정 ····· 182
<표 6.4-22> 전라북도 지역 하수도용량 산정 ····· 184
<표 6.4-23> 시 지역 하수도용량 산정 ····· 184
<표 6.4-24> 군 지역 하수도용량 산정 ····· 185
<표 6.4-25> 전라북도 평균 산정용량 현황 ····· 187
<표 6.4-26> 시 지역 항목별 산정용량 종합 ····· 187
<표 6.4-27> 군 지역 항목별 산정용량 종합 ····· 188

<표 6.4-28> 전라북도 평균용량 및 여유용량 현황 ····· 188
<표 6.4-29> 시 지역 평균용량 및 여유용량 현황 ····· 189
<표 6.4-30> 군 지역 평균용량 및 여유용량 현황 ····· 189
<표 6.4-31> 전라북도 여유용량/현재용량 비율 현황 ····· 191

그 림 목 차

<그림 1.2-1> 연구흐름도 ····· 5
<그림 3.2-1> 경제시스템의 자연환경 이용 ····· 25
<그림 3.2-2> 에너지시스템 다이어그램 ····· 27
<그림 4.1-1> 시·군별 인구성장율 ····· 42
<그림 4.1-2> 시·군별 인구분포도 ····· 43
<그림 4.2-1> 그린벨트 해제에 따른 녹지분포도 ····· 46
<그림 4.2-2> 상수원보호구역 현황 ····· 48
<그림 5.1-1> 10년간(1993년, 2004년) 시지역 음식부문 EF지수 변화 ···· 67
<그림 5.1-2> 10년간(1993년, 2004년) 군지역 음식부문 EF지수 변화 ···· 70
<그림 5.1-3> 10년간(1993년, 2004년) 시지역 건조환경부문 EF지수 변화 72
<그림 5.1-4> 10년간(1993년, 2004년) 군지역 건조환경부문 EF지수 변화 74
<그림 5.1-5> 전라북도 시·군별 산림면적(1994년~2003년) ····· 75
<그림 5.1-6> 10년간(1993년, 2004년) 시지역 에너지부문 EF지수 변화 77
<그림 5.1-7> 10년간(1993년, 2004년) 군지역 에너지부문 EF지수 변화 79
<그림 5.1-8> 시군별 1인당 초과 소비규모 변화 ····· 81
<그림 5.1-9> 시군별 필요면적 배수 변화 ····· 83
<그림 5.1-10> 시군별 1인당 생산적토지(EPL)면적 변화 ····· 83
<그림 5.3-1> 전라북도 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 92
<그림 5.3-2> 전라북도 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 93
<그림 5.3-3> 전라북도 쓰레기 처리현황 ····· 94
<그림 5.3-4> 전라북도 쓰레기 매립현황 ····· 95
<그림 5.3-5> 전주시 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 96
<그림 5.3-6> 군산시 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 97
<그림 5.3-7> 익산시 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 98
<그림 5.3-8> 정읍시 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 99
<그림 5.3-9> 남원시 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 100
<그림 5.3-10> 김제시 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 101
<그림 5.3-11> 완주군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 102

<그림 5.3-12> 진안군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 103
<그림 5.3-13> 무주군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 104
<그림 5.3-14> 장수군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 105
<그림 5.3-15> 임실군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 106
<그림 5.3-16> 순창군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 107
<그림 5.3-17> 고창군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 108
<그림 5.3-18> 부안군 수돗물 수요 및 공급 추이 ····· 109
<그림 5.3-19> 전주시 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 110
<그림 5.3-20> 군산시 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 111
<그림 5.3-21> 익산시 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 112
<그림 5.3-22> 정읍시 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 113
<그림 5.3-23> 남원시 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 114
<그림 5.3-24> 김제시 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 115
<그림 5.3-25> 완주군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 116
<그림 5.3-26> 진안군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 117
<그림 5.3-27> 무주군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 118
<그림 5.3-28> 장수군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 119
<그림 5.3-29> 임실군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 120
<그림 5.3-30> 순창군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 121
<그림 5.3-31> 고창군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 122
<그림 5.3-32> 부안군 하수처리 수요 및 공급 추이 ····· 123
<그림 5.3-33> 전주시 쓰레기 처리현황 ····· 124
<그림 5.3-34> 전주시 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 125
<그림 5.3-35> 군산시 쓰레기 처리현황 ····· 126
<그림 5.3-36> 군산시 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 126
<그림 5.3-37> 익산시 쓰레기 처리현황 ····· 127
<그림 5.3-38> 익산시 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 128
<그림 5.3-39> 정읍시 쓰레기 처리현황 ····· 129
<그림 5.3-40> 정읍시 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 129
<그림 5.3-41> 남원시 쓰레기 처리현황 ····· 130
<그림 5.3-42> 남원시 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 131
<그림 5.3-43> 김제시 쓰레기 처리현황 ····· 132

<그림 5.3-44> 김제시 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 132
<그림 5.3-45> 완주군 쓰레기 처리현황 ····· 133
<그림 5.3-46> 완주군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 134
<그림 5.3-47> 진안군 쓰레기 처리현황 ····· 135
<그림 5.3-48> 진안군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 135
<그림 5.3-49> 무주군 쓰레기 처리현황 ····· 136
<그림 5.3-50> 무주군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 137
<그림 5.3-51> 장수군 쓰레기 처리현황 ····· 138
<그림 5.3-52> 장수군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 138
<그림 5.3-53> 임실군 쓰레기 처리현황 ····· 139
<그림 5.3-54> 임실군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 140
<그림 5.3-55> 순창군 쓰레기 처리현황 ····· 141
<그림 5.3-56> 순창군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 141
<그림 5.3-57> 고창군 쓰레기 처리현황 ····· 142
<그림 5.3-58> 고창군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 143
<그림 5.3-59> 부안군 쓰레기 처리현황 ····· 144
<그림 5.3-60> 부안군 배출량 및 잔여매립 용량 ····· 144
<그림 5.3-61> 전주시 TSP 및 PM_{10} 현황 ····· 145
<그림 5.3-62> 전주시 SO_2, O_3 및 NO_2 현황 ····· 146
<그림 5.3-63> 전주시 CO 현황 ····· 146
<그림 5.3-64> 군산시 TSP 및 PM_{10} 현황 ····· 147
<그림 5.3-65> 군산시 SO_2, O_3 및 NO_2 현황 ····· 148
<그림 5.3-66> 군산시 CO 현황 ····· 148
<그림 5.3-67> 익산시 TSP 및 PM_{10} 현황 ····· 149
<그림 5.3-68> 익산시 SO_2, O_3 및 NO_2 현황 ····· 150
<그림 5.3-69> 익산시 CO 현황 ····· 150
<그림 6.2-1> 개발용량 산정 개념도 ····· 156
<그림 6.2-2> 항목별 개발용량 개념구상도 ····· 156
<그림 6.3-1> 토지이용 수요량 산출 단계 ····· 157
<그림 6.3-2> 단계별 토지용량 산정 방법 ····· 158
<그림 6.3-3> 개발가용지 선정 흐름도 ····· 159
<그림 6.3-4> 생태학적 산림용량 산정 방식 ····· 161

<그림 6.3-5> 상수도 용량 산정방식 ····· 162
<그림 6.3-6> 하수도 용량 산정방식 ····· 162
<그림 6.4-1> 전라북도 표고 분석 ····· 165
<그림 6.4-2> 전라북도 경사 분석 ····· 166
<그림 6.4-3> 전라북도 개발불가능지역(표고 100m이상 & 경사 20%이상) ··· 168
<그림 6.4-4> 전라북도 개발불가능지역 분석(경사 20%이상) ····· 169
<그림 6.4-5> 전라북도 개발억제지역 현황 ····· 171
<그림 6.4-6> 전라북도 가용토지 분석 ····· 173
<그림 6.4-7> 순위별 각 시군 토지용량 산정용량과 현재용량 ····· 175
<그림 6.4-8> 전라북도 시군별 토지용량 여유량 현황 ····· 176
<그림 6.4-9> 순위별 각 시군 공원 산정용량과 현재용량 ····· 178
<그림 6.4-10> 시군별 공원 여유용량 현황 ····· 178
<그림 6.4-11> 순위별 각 시군 산림면적 산정용량과 현재용량 ····· 180
<그림 6.4-12> 시군별 산림면적 여유용량 현황 ····· 181
<그림 6.4-13> 순위별 각 시군 상수도 산정용량과 현재용량 ····· 183
<그림 6.4-14> 시군별 상수도 여유용량 현황 ····· 183
<그림 6.4-15> 순위별 각 시군 하수도 산정용량과 현재용량 ····· 185
<그림 6.4-16> 시군별 하수도 여유용량 현황 ····· 186
<그림 6.4-17> 각 시군별 평균용량 및 현재수준 현황 ····· 190
<그림 6.4-18> 전라북도 도시개발 여유용량 현황 ····· 190

제 1 장

서 론

제1장 서 론

제1절 연구배경 및 목적

1. 연구배경

지속가능한 개발이라는 개념이 환경정책의 새로운 이념이 되면서 환경용량보전이 강조되고 있다.

이 개념은 미래세대의 욕구를 충족시킬 수 있는 성장, 자원의 이용, 투자의 방향, 기술의 발전 그리고 제도의 변화가 서로 조화를 이루면 현재와 미래의 모든 세대의 필요와 요구를 증진시키는 변화의 과정으로 정의되고 있다. 그러나 이 개념은 그 모호성으로 인하여 많은 학자들에 의해 비판을 받으며 보다 정교하게 발전되어 왔다.

그리하여 유엔환경프로그램(UNEP)은 지속가능한 개발이란 지구의 환경용량 내에서의 삶의 질을 향상시키는 개발로 정의하였고, 국제지방환경자치제협의회는 자연과 사회체계의 생명력에 위협을 주지 않으면서 기초적인 환경·사회·경제적인 서비스를 모든 공동체 주민에게 제공하는 것으로 그 개념을 발전시켜 온 것이다.

언어의 표현이 다소 다르긴 하지만 이들 개념은 지속가능한 개발이 자연의 환경용량 내에서 이루어지는 발전임을 공통적으로 지적하고 있다고 할 수 있다. 즉 환경정책을 추진함에 있어서도 환경용량을 보존한다는 것이 핵심적인 목표가 되어야 한다는 것이다. 이러한 환경용량은 전술한 바와 같이 대상에 따라 자연자원의 최대지속가능생산량(maximum sustainable yield), 수용용량(carrying capacity), 자정능력(assimilative capacity) 등의 개념으로 파악해 볼 수 있다. 최근에는 지속가능한 생태지수라는 개념으로 환경용량을 파악하려 하기도 한다.

우리는 어떤 형태로든지 환경용량을 파악해야 할 필요성에 직면한다. 이렇게 산출된 환경용량에 기초하여 자연시스템이 어느정도나 인간의 활동을 지탱할 수 있을지를 파악하고 수용가능한 인간활동량을 제시해 줄 수 있는 구체적인 정책지침이 개발되어야 할 필요가 있다는 것이다. 예를 들어 어떤 지역의 토지, 수자원의 양과 질, 산림이나 녹지의 분포정도, 대기의 상태등을 종합적으로 고려하여 그 지역이 가지고 있는 환

경용량이 어느 정도인지를 평가하고 이를 제약조건으로 할 때 수용가능한 인구규모, 산업활동의 규모, 주택의 규모, 교통량의 규모 등은 어느 정도인지, 그리고 현재 해당 지역이 어느정도의 위치에 와 있는지를 제시해 줄 수 있는 계획, 지침, 지표들이 개발될 필요가 있는 것이다.

2. 연구목적

전라북도는 지금까지 산업개발을 추구해 온 타지역에 비해 상대적으로 지역개발에 있어 뒤져있음으로 하여 경제적 기반이 취약한 편이다. 따라서, 지역의 낙후성을 극복하기 위하여 새만금, 동부권개발, 기업도시 등 개발사업을 추진하고 있다. 그러나 사업들의 시급성에도 불구하고 환경보전이라는 논리로 인하여 많은 갈등적 요인들을 낳고 있으며 사업이 지연되는 경우가 비일비재하게 일어나고 있다. 물론 친환경 개발을 위해 많은 노력을 하고 있지만 보존과 개발사이 갈등의 폭은 쉽게 좁혀지지 않고 있는 것이 현실이다.

앞으로 더욱 많은 사업들이 제시될 것이고 이에 따른 갈등요인은 계속적으로 증가할 것으로 예상된다. 따라서 전라북도 환경정책의 틀을 제시하기 위해서는 환경수용용량과 환경가용용량을 정확하게 파악하고 지속가능한 개발을 위한 지표를 제시하기 위한 연구가 필요하다. 이와 같은 연구가 선행될때 갈등요인을 최소화 할 수 있을 것으로 기대된다.

하지만 지역의 환경용량을 파악하기는 쉽지 않다. 환경용량이란 개념 속에 포함될 수 있는 변수들이 다양하고, 환경용량을 보는 학자들의 입장이 크게 다르고, 환경용량을 산정하는데 들어가는 변수들은 항상 고정되어 있고 정적인 상태가 아니라 시간에 따라 가변적이고 동태성을 지니고 있기 때문이다. 완벽하진 못하더라도 지역의 환경용량을 파악하면 각 지역의 지속가능성 지표체계를 마련할 수 있으며 이 지표체계를 통해 각 자치단체의 지속가능성의 정도나 개발사업의 환경적 지속가능성까지도 평가하고 주기적으로 모니터링하는 데 환경용량이 활용될 수 있다.

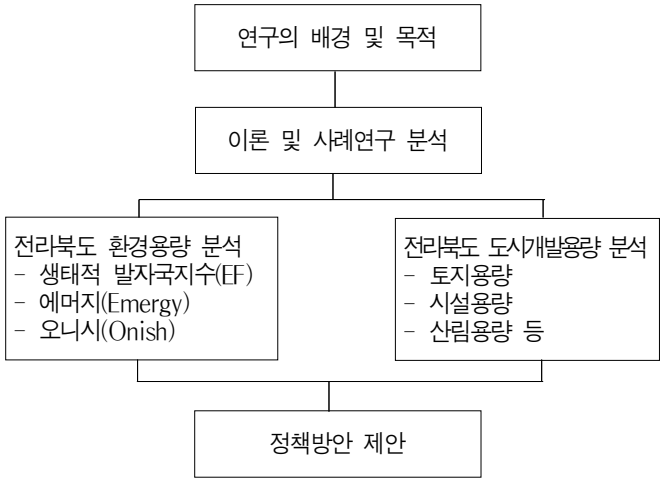
제2절 연구방법 및 연구체계

1. 연구방법

본 연구는 현재 전라북도의 환경이용 현황을 파악하고 환경적으로 수용가능한 양을 예측하는데 있다. 따라서 문헌연구를 통해 지자체간 상호 비교 가능한 연구방법을 채택하고자 한다. 현재 환경용량은 생태적발자국(Ecological Footprint : EF), 에머지(Emergy), 오니시(Onishi)분석 등을 통하여 파악하고 있다. 이와 같은 기존에 제시된 방법들을 이용하여 전라북도내의 환경용량을 파악하고 타지역의 연구사례를 바탕으로 전라북도의 개발용량을 제시하고 한다.

2. 연구체계

본 연구는 크게 3단계로 나누어 진행된다. 1단계에서는 관련연구와 사례등을 검토하여 정리하고 2단계에서는 전라북도와 각 지자체의 10년간(1994~2003) 자료를 분석함으로써 시군별 환경용량과 개발가능용량을 파악하고 3단계에서는 분석된 결과를 토대로 정책방안을 제안하고자 한다.



<그림 1.2-1> 연구흐름도

제 2 장

환경용량 개념 및 연구동향

제2장 환경용량 개념 및 연구동향

제1절 환경용량 및 평가의 개념

1. 환경용량의 개념

환경용량(environmental)의 개념은 1930년대부터 생태학, 인구학, 관광학, 도시 및 지역계획학, 환경계획학 등에서 지속적으로 연구되고 있고, 다양한 형태로 응용되어 오고 있다. 그러나 아직까지 환경용량의 개념에 대한 학문적인 정립이 이루어지고 있지 못하며, 주창자 및 응용되는 분야에 따라 다양한 개념으로 정의되고 있다.

따라서 환경용량을 활용용도에 따라 개념을 정리하고 일정한 조건하에서만 활용할 수 있으며, 최종적으로는 그 시대, 그 지역의 여건변화, 필요성 등을 반영한 사회적 수용(social acceptance)에 의해 방법론 등을 정립할 필요가 있다.

현재까지 정립되고 있는 환경용량의 개념은 한계용량 개념과 수용능력 개념으로 분류할 수 있다. 한계용량(marginal capacity)은 자연 환경생태계의 안정을 유지하는 것과 같은 절대적인 조건하에서 자연능력의 한계(예 : 지하수 공급가능량, 자연자원의 최대이용능력, 환경기준 등)를 설정하는 것이고, 수용능력(carrying capacity)은 일정한 삶의 질을 지속적으로 유지할 수 있는 수준에서 지역이 지탱할 수 있는 인간활동의 범위(예 : 인구밀도, 수용가능한 관광객수, 일정 지역(유역)의 개발의 속도와 규모 등)를 설정하는 것이다.

환경용량은 제도변화, 기술의 발전정도, 인간의 생활양식 및 인식, 경제활동 구조 등 물리적 환경과 생물학적 환경과의 상호작용에 의해 끊임없이 변화되기 때문에 고정된 숫적인 개념으로서의 한계용량은 의미가 없으며, 일정한 환경의 질을 목표로 했을 때 인간활동과 환경요소들간의 복합적이고 순환적인 상호작용에 의해 변화되는 개념으로 파악할 필요가 있다.

생태학에서는 환경이용행위가 환경용량의 범위 내에서 이루어져야 함을 강조한다. 환경용량이 무엇이냐는 논란의 여지가 있으나 생태학적 측면에서는 다음의 세 가지 측면에서 살펴볼 수 있다.

1) 자원의 지속가능생산량

어떤 자연자원의 최대지속가능생산량(maiximum sustainable yield)이라는 개념이다. 어업, 산림, 농작물 등의 재생가능 자연자원은 어떤 수준을 초과하여 생산하지 않는다면 지속적으로 그 자원을 활용할 수 있다. 이 최대치를 최대지속가능생산량이라고 한다. 만약 이 수준을 넘어서 생산을 하게 되면 이 자원의 생산기반이 급격히 무너지게 되므로 이 한도 내에서의 자원이용을 지속 가능한 것이라 할 수 있다. 고래에 대한 포경금지협약이나 특정해역에 대한 어획량 할당 등은 이 개념에 입각하고 있다.

2) 지역의 수용용량

어떤 지역의 수용용량(carrying capacity)이라는 개념이다. 어떤 지역의 생태계는 일정 수준의 인구, 야생동물, 가축만의 생존을 지지할 수 있다. 그러므로 어떤 지역의 수용용량을 정확하게 계산할 수 있다면 이 지역에 살 수 있는 동물이나 사람의 수효에 대한 한계를 정할 수 있을 것이다. 오덤은 수용용량의 개념을 최대수용용량과 적정수용용량으로 구분하여 후자가 환경상의 충격에 덜 취약하다고 한다. 그런데 인간환경의 수용용량은 삶의 질 수준과 생활환경에 대한 외부로부터의 에너지 보조에 의해 결정된다는 점 때문에 계산하기 어렵다는 문제가 있다.

3) 환경의 자정능력

생태계의 자정능력(assimilative capacity) 이란 특정지역의 생태계 환경에 위해나 변화가 발생할 때 그 변화에 적응하고 균형을 유지하여 영향을 줄일 수 있는 능력을 말한다. 수계, 대기, 토양에 환경오염물질을 배출할 때 규정된 환경기준을 위반하지 않는 범위 이내라면 받아들일 수 있다는 것이다. 자정능력은 희석·침전·분해 등 물리·화학적 작용을 통해 이루어진다. 생태계의 자정 능력에는 일정한 한계가 있다. 이 한계를 초과하는 영향이나 충격을 가하면 생태계는 파괴된다. 즉 환경파괴와 오염물질 배출 정도가 자정능력 범위 내에 있을 때만 생태계는 안정을 유지할 수 있다. 수송, 확산, 화학반응, 화학적 분해 등 다양한 자연적 과정은 환경의 자정능력에 공헌한다. 지역의 자정능력은 공간과 시간에 따라 크게 변한다. 예를 들어 어떤 수계의 자정능력은 수온

·유속 등에, 어떤 대기의 자정능력은 풍속·혼합고·온도 등에 의존하는데 이것은 위치와 시간에 따라 변한다는 것이다.

2. 환경용량평가의 개념

환경용량평가란 경제활동으로 인한 해당 지역 환경용량의 초과 여부를 환경용량 구성요소의 한계치를 기준으로 파악함으로써 그 지역에서 이루어지는 각종 개발사업이 환경에 미치는 영향이 어느 정도인지에 대한 정책적 판단을 내리는 일이라 볼 수 있다. 이 때 도시 환경용량을 결정하는 조건 중에서 문화적 조건 즉 해당지역 주민의 가치 수준이 어떠한 지도 중요한 요소가 된다.

환경용량평가를 할 때 기준으로 사용되는 한계치는 환경용량산정의 결과치를 사용하거나 사회적 합의기준인 정책목표치를 사용할 수 있다. 환경용량평가란 하나의 정책적 판단행위로서 환경용량선정 그 자체를 의미하는 것이 아니기 때문에 반드시 환경용량산정 결과치만을 활용해서 환경용량평가를 해야 한다는 원칙은 없다.

자연과학적 방법으로 환경용량을 정확하게 산정함으로써 모든 사람들이 객관적으로 인정할 수 있는 값을 사용할 수 있으면 가장 이상적이나, 현실적으로는 관련 변수간의 관계를 모두 고려하여 환경용량을 정확하게 산정하는 것은 매우 어렵다. 제대로 된 환경용량평가란 환경용량의 정의에서 밝힌 바와 같이 경제환경, 사회환경, 자연환경 각각의 한계뿐만 아니라 이들 상호간의 역동적인 관계까지 고려하여 종합적인 환경용량을 추정하고 평가하는 것이어야 하며, 동시에 해당지역 주민의 가치 수준도 반영하는 것이어야 한다.

환경용량평가는 문제점과 많은 전제조건에도 불구하고, 지역의 지속가능성과 환경의 취약성을 평가하는 데 유용한 수단이 될 수 있다. 즉 환경용량평가는 환경질 변화에 따라 경제성장률이나 개발 규모 등을 조정하는 수단이 될 수 있으며, 특히 체계적이고 통합적인 지역발전전략 수립시 주요한 정책자료가 될 수 있다. 또한 환경관련부서에 국한되어 왔던 지역환경관리가 지역의 발전과 삶의 질 향상의 문제로 인식되면서 환경용량평가는 통합적인 지역환경관리정책의 수립추진시 많은 기여를 할 수 있다. 그리고 환경용량평가를 통해 지역환경관리의 통합적 접근과 효율적인 자원관리를 추구할 수 있으며, 주변지역과의 협력과 지원도 적극적으로 모색할 수 있을 것이다.

제2절 환경용량평가방법 및 연구동향

환경용량을 평가하기 위하여 사용된 모델은 생태적 발자국 지수, 에머지 분석, 오니시, 시스템 다이나믹스 등이 있다.

1. 생태적발자국지수(Ecological Footprint : EF)

생태학적 풋프린트(Ecological Footprint : EF)는 자연의 생물학적인 생산능력을 자연자원의 소비와 비교하는 지표로서 한 국가의 풋프린트는 국가에서 소비하는 식량과 섬유를 생산하고, 이러한에너지 소비를 유지하며, 또한 제반 여건을 위한 공간을 제공하는데 필요한 지역을 의미한다. 웨커나켈과 리즈(1996)는 생태적 발자국 지수산정을 통하여 캐나다, 미국, 유럽, 각국, 일본, 한국, 호주 등의 소비수준을 비교함으로써 해당 지역의 지속가능성을 평가하였다. 1999년 현재 지구의 생태적 풋프린트(Global ecological footprint)는 1370억 헥타르이며 1인당 2.3지구 헥타르(global ha)이다. 지구 표면의 25%정도인 약1,140억 헥타르가 식물자원을 보호하고 생산하게 하는 지역이며, 나머지 75%는 생물의 생산성이 낮은 사막과 빙하지대, 그리고 심해로 이루어져 있다. 생태학적 자취는 다음의 5개 개별지수 합으로 구성되며, 각각의 가중치는 동일하다.

1) 경작지 풋프린트(cropland footprint)

한 국가의 경작지 풋프린트는 그 국가에서 소비하는 모든 종류의 곡류를 생산하는데 필요한 지역을 의미한다. 여기에는 가축을 사육하는데 필요한 농작물도 포함하며, 자연서식하는 동물의 농작물은 방목지 풋프린트로 간주된다.

경작되지 않은 지역, 일시적 방목지, 휴경지도 포함되는데, 단 침식, 염화, 퇴화된 지역은 제외하였다. 북미 지역의 평균 1인당 경작지 풋프린튼 세계 평균의 거의 3배정도인 1.55 지구 헥타르인 반면, 아프리카, 아시아 지역의 1인당 경작지 풋프린트는 0.40 지구 헥타르에 불과하다. 1인당 경작지 풋프린트의 세계 평균은 대략 0.53지구헥타르 정도로 추산되고 있다.

2) 방목지 풋프린트(grazing land footprint)

한 국가의 방목지 풋프린트는 그 국가에서 사육하지 않고 목초지에서 나오는 가축으로부터 생산하는 육류, 낙농품, 가죽제품, 양모 등을 소비하는 것과 일맥상통한 개념이다. 전 세계적으로 방목하고 있는 주요 가축은 양, 염소, 소, 말, 당나귀, 낙타 등이 있다. 방목지 풋프린트는 1961년의 41억 지구 헥타르에서 1999년에는 73억 지구 헥타르로 증가되었으며, 1999년 현재 1인당 평균 방목지 풋프린트는 12지구 헥타르로 추산되고 있다.

3) 산림 풋프린트(forest footprint)

한 국가의 산림 풋프린트는 그 국가에서 소비하는 목제품을 생산하는데 필요한 지역을 의미하는데, 산림 풋프린트는 모든 목재, 제단 목제품, 나무 판넬, 펄프 종이, 종이판 등을 포함한다. 산림 풋프린트의 계산은 한 국가의 산림 제품에 대한 소비를 제품을 생산하는데 필요한 산림지역으로 환산함으로서 추정된다. 1999년의 세계의 1인당 평균 산림 풋프린트는 0.3 지구 헥타르로 추산되고 있다.

4) 어장 풋프린트(fishing ground footprint)

한 국가의 어장 풋프린트는 그 국가에서 소비하는 어류나 해산물을 생산하는데 필요한 지역을 의미한다. 여기에는 바다와 담수에 서식하는 어류와 갑각류, 연체류 그리고 양식어류나 동물을 사육하는데 필요한 사료 등도 포함된다. 결론적으로 한 국가의 어장 풋프린트는 소비되는 양 뿐만 아니라 어류의 종류도 고려하는 것이라고 할 수 있다. 1999년에 연간 1인당 어류 소비량은 22㎏이며 이는 1인당 0.14 지구 헥타르에 해당한다.

5) 에너지 풋프린트(energy footprint)

한 국가의 에너지 풋프린트는 그 국가에서 소비되는 에너지를 유지하는데 필요한 지역을 의미하는데, 화석연료 연소에 대한 풋프린트는 해양지역을 제외하고 이산화탄소의 방출량에 대해서 이를 흡수하는데 필요한 산림지역을 의미한다. 생물자원 연료의

풋프린트는 생물자원이 성장하는데 필요한 산림 지역으로서 계산되는데 결국위 두 계산법은 대략 소비된 에너지 단위당 요구되는 동일 지역으로 계산된다.

원자력은 비록 이산화탄소를 유발하지는 않지만 에너지 풋프린트에서 화석연료와 동일하게 계산된다. 한편, 수력 발전의 풋프린트는 수력발전소 댐과 저수량에 의해 차지되는 지역으로 간주된다.

국내에서는 마강래(1998)가 생태적발자국지수를 활용하여 1989년과 1995년의 경제활동에 따른 소비수준을 비교함으로써 한국의 지속가능성 여부를 평가하였고, 울산발전연구원(2001)이 1999년과 1994년을 기준으로 울산지역을 대상으로 연구를 행하였으며, 임재호·이종호(2002)가 청주시를 대상으로 1989년과 1999년의 소비수준을 비교하는 연구를 수행하였다.

2. 에머지(Emergy)

일반적으로 사용하는 경제적 가치에 생태적인 가치를 도입한 것이 에머지라고 볼 수 있다. 이러한 에머지 개념을 이용하여 자연 환경과 경제를 평가한 연구들은 자연 환경의 보존과 개발에 관한 새로운 관점들을 많이 제시하였다. 이러한 에머지 개념의 선도자는 Odum 이며 1983년의 System Ecology: An Introduction은 에머지 분석에 필요한 시스템 생태학에 대한 기초개념을 제공하고 1996년에 저술한 Environmental Accounting : Emergy and Environmental Decision Making'은 에머지 평가의 기초교재로서 기존에 수행된 다양한 시스템 평가 연구결과를 이용하여 에머지 개념을 소개하고 있다.

우리나라에서 에머지 개념을 이용한 최초의 연구인 Lee and Odum(1994)은 우리나라 전체의 자연환경과 경제를 평가하였다. 1991년 우리나라 경제를 대상으로 한 이 연구에 따르면 우리나라는 1년 동안 사용한 에머지의 양은 4,373 E20 sej/yr 로서 이중 90%를 외국에서 수입해온 원유, 광물자원, 그리고 상품에 의존하였다. 화폐로 본 무역수지는 적자를 보였지만, 에머지로 본 무역수지는 약 3.4배의 흑자를 나타냈다. 이 연구는 경제활동이 우리나라의 환경에 많은 부담을 주고 있으며, 인구 또한 자연환경이 지탱할 수 있는 수용력을 훨씬 초과하고 있다는 것을 보여주었다. 특정 생태계나 도시 등에 대해 에머지 평가를 수행하면서 우리나라 전체의 경제를 같이 평가한 다른 연구들(강대석 등, 1999 : 손지호, 1999 : Kang and Park, 2002)도 비슷한 결과를 보여주었다.

에머지를 이용한 산업의 분석은 2005년의 이한나외 가 있다. 이들에 따르면 에머지 투입비율에서 외부로부터의 에너지 유입이 다른 산업에 비해 적은 시스템이나 지속성 지수는 낮아 외부에너지에 대한 의존도가 높은 농업시스템이므로 농업자체로서의 지속성을 증가시키기 위해서는 외부에너지 투입비율을 줄여나감과 동시에 재생 가능한 에너지 비율을 높여가야 한다고 주장함.

환경부(1996)가 1993년 자료를 이용하여 평가한 서울시의 인구수용력은 자연환경에만 의존할 경우 55만명, 선진국 수준의 경제개발을 가정할 경우 440만명으로 나타났다. 이는 Lee and Odum(1994)이 평가한 우리나라 전체와 마찬가지로 서울의 경우 이미 자연환경이 수용할 수 있는 인구를 많이 초과하고 있음을 보여준다. Kang(2001a)은 환경부(1996) 연구가 가지고 있는 문제를개선하여 서울의 자연환경과 경제에 대한 에머지 평가를 수행하였다. 이 연구에 따르면 서울은 연간 에머지 사용량의 97%를 우리나라의 다른 지역이나 외국에서 수입하여, 우리나라 전체 경제보다 더 외부의존적이었다. 또한, 환경부(1996)와 마찬가지로 서울의 자연환경이 지탱할 수 있는 인구는 1997년 서울인구의 2.8%에 불과하였으며, 선진국 수준의 경제를 가정하여도 22%에 지나지 않았다. 이에 따라 Kang(2001)은 서울의 지속가능성을 높이기 위해서는 인구와 경제 집중이 빨리 완화되어야 한다고 주장하였다. 대도시인 부산을 대상으로 한 연구인 부산광역시(1998), 손지호(1999)의 연구도 비슷한 결과를 나타내 우리나라 도시의 인구와 경제 집중과 이로 인해 환경에 미치는 압력이 아주 크다는 것을 보여주었다.

대규모 개발사업에 대해 에머지 개념을 이용하여 편익/비용평가를 수행한 연구는 이석모(2001)와 Kang and Park(2002)의 연구가 있다. 이석모(2001)는 갯벌 간척사업을 간척으로 얻을 수 있는 편익을 에머지로 나타낸 값과 간척으로 잃어버리게 될 것들을 에머지로 나타낸 값 사이의 비율(즉, 에머지 편익/비용비)을 계산하였다. 이에 따르면 간척으로 인한 환경비용이 편익보다 커 연구 대상 갯벌의 간척은 에머지 측면에서 경제성이 없는 것으로 나타났다. 이 연구는 간척으로 인한 에머지 손실을 개발계획을 통해 회수하는데 약 17년이 걸릴 것으로 추정하였다. 또한 에머지산출비율은 갯벌을 그대로 보존할 경우 7.58, 갯벌을 간척하여 농지로 사용할 경우 3.81로 나타나 간척으로 생겨날 새로운 시스템이 경제에 기여하는 바가 더 적었다.

지금까지 우리나라에서 수행된 대부분의 에머지 연구는 우리나라 경제가 자연환경에 큰 부담을 주고 있으며, 자연환경이 수용할 수 있는 인구수용력을 많이 초과해 지

속가능성이 아주 낮음을 보여주었다. 따라서 대부분의 연구가 우리나라 경제의 지속가능성을 높이기 위한 정책을 추진할 것을 권고하였다.

3. 오니시(Onishi)

오니시의 연구는 도시지역에 대한 한계용량연구라는 점에서 관심을 끈다. 오니시의 도시에 대한 한계용량접근은 도시는 무한히 성장할 수 없으며 쾌적한 삶의 질을 유지하면서 수용할 수 있는 인구의 규모나 경제활동의 규모에는 한계가 있다는 인식에서 출발한다. 도시의 지속가능성이란 일정한 지역내의 주민들에게 현재는 물론 미래에도 일정한 환경의 한계내에서 쾌적한 삶의 질을 유지할 각종 개발과 서비스를 제공할 수 있는 상태를 말한다. 이렇게 되기 위해서는 도시의 성장, 인구, 경제활동과 도시의 용량이 적절한 균형을 유지할 것이 요구되는 것이며 이러한 적정한 균형의 상태를 유지하는 상태에서의 발전을 지속가능한 도시개발로 보는 것이다. 도시용량이라는 것은 쾌적한 수준을 유지하면서 도시내에서 수행될 수 있는 모든 활동의 크기로 정의된다(Onishi, 1994:40). 그러나 쾌적한 생활수준이라는 것은 주관적인 문제로서 도시내의 생활이 쾌적한가 아닌가를 객관적으로 판단하는 것은 쉬운 일아 아니다. 따라서 오니시는 도시민 대부분이 도시시설과 서비스를 만족스럽게 사용하는 수준을 결정하고, 미래 도시시설과 서비스에 대한 수요를 근로자와 주거자 인구예측에 기반하여 측정한 후, 도시지하철, 도로, 폐기물처리, 전기의 공급, 주택공급, 토지공급 등 도시시설과 서비스의 공급이 도시주민들의 요구를 어느 정도나 쾌적하게 충족시킬 수 있는가의 관점에서 파악하였다.

4. 시스템다이나믹스(System Dynamics)

시스템 다이나믹스(System Dynamics)는 1961년 MIT의 J. Forrester교수가 산업체 재고량의 불안정한 변화, 노동력의 불안정한 변화, 그리고 시장점유율의 감소 문제를 다루기 위하여 공학의 제어이론(Control Theory)에 바탕을 둔 컴퓨터 모의실험 결과를 다양한 각도로 분석한 “산업 동태론(Industrial Dynamics)"을 저술한 것이 방법론적인

효시가 된다. 이후 시스템 다이나믹스 이론은 거시적인 차원에서 도시 및 산업문제, 지속가능한 발전문제들을 포함한 다양한 사회 및 경제문제에 대한 이해나 해결책을 모색하기 위하여, 그리고 미시적인 차원에서는 인간이 의사결정행위에 대한 이해를 증진시키기 위한 방법으로 광범위하게 응용되어 왔다.

문태훈(1998)은 “지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산정과 환경지표 개발에 관한 연구”를 통해서 시스템 다이나믹스 모델을 활용하여 일정 지역의 환경용량을 산정하고 이에 기초한 환경지표를 개발함으로써 환경용량에 기초한 환경정책의 가능성을 제시하였다.

제3절 환경용량의 활용동향

환경학자들은 환경용량을 현재 지역에 생존하고 있는 종이 미래에도 생존할 수 있는 가능성을 해치지 않으면서 수용할 수 있는 최대 개체의 수로 정의한다. 더 구체적으로 유기체의 수로 표현된 재생가능한 자원의 크기를 말한다. 다시 말하면 환경용량이란 재생가능한 자연자원이 지탱할 수 있는 유기체의 최대 규모를 말한다.

대개 공간과학의 분야에서 환경용량은 자연생태계가 지탱할 수 있는 최대 인구의 규모를 지칭하는 것으로 사용되어 왔다. 환경용량에 대한 개념은 인간활동이 자연생태계에 미치는 영향, 오염규제를 위한 기준의 설정, 재활용 자원의 지속적인 추출을 가능케 하는 자원개발의 한계, 자연환경에 악영향을 가할 수 있는 인간활동의 한계점의 규명 등 다양한 연구에 활용되고 있다(이창우, 1999).

환경용량에 대한 연구 및 적용은 70년대 이후 생물·생태학, 농업에너지학, 환경경제학, 관광학, 인구학, 환경관리학, 도시 및 지역계획학 등에서 다양한 형태로 응용·발전되어 오고 있는데, 이에 대한 연구 및 적용사례를 유형별로 분류해 보면, 이념으로서 환경용량, 배출허용량의 기준산정, 토지이용적성평가, 지역·시설·장치의 최대 수용능력, 기타 생물학적인 축적손상률 산정 등에 활용되어 오고 있는 것으로 분류해 볼 수 있다.

환경용량의 개념, 방법론, 활용동향 등은 사회여건 변화와 민감한 상관관계를 가지면서 발전되어 오고 있다.

1960년대 말~1970년대 초의 환경운동(environmental movement) 등에 힘입어 미국에서는 환경영향평가(EIA : Environmental Impact Assessment)를 의무화하는 국가환경정책법(NEPA : National Environmental Policy Act, 1969), 연안역관리법(CZMA : Coastal Zone Management Act, 1972)이 수립·제정되고, Florida, Hawaii, Vermont, Maine, Oregon, Califonia 주 등에서 토지이용계획법(Land Use Planning Act) 등이 제정되면서 미국토지연구소(American Land Institute)에서는 일정 지역의 토지자원의 한계상태에 초점을 맞춰 토지개발코드(Model Land Development Code)등이 개발된 바 있다. 이 시기는 국가과학기금 등에서 연구기금 지원이 왕성해서 환경용량을 분석하는 컴퓨터모델 및 분석법, 계획기법 등이 활발하게 개발되었다.

1970년대 중반 에너지위기(energy crisis)와 관련하여 경제성장과 도시성장관리(urban growth management)기법의 일환으로 환경용량의 수단을 활용한 바 있다. 도시 및 지역계획 등에서 자연환경(토지, 수자원, 야생생물, 에너지 등)과 인공환경(상·하수도 등 인프라시설, 제도, 경제·사회체계)의 한계용량(capacity thresholds)을 고려해서 적정인구규모 및 개발의 양, 공공서비스시설(상·하수도)의 수준 등을 산정하고 규제수단을 개발하는 환경용량 산정에 관한 연구들이 활발히 이루어진 바 있다. 미국내 Ramapo, Petaruma, California 등지에서 도시 성장관리정책에 적용한 바 있고, Florida주에서는 1974년에 환경용량을 이행한다는 조건을 전제로 성장정책계획을 통과시키기도 했다. 일본에서는 1980년대 말부터 이러한 유형의 환경용량에 대한 연구가 시작되어 동경도 제3차 장기계획(1990년)등에 적용을 시도하였다.

1970년대 말에서 80년대에는 관광·여가 분야에서 환경용량의 개념을 생태자연환경에 손상을 주지 않는 범위 내에서 최대 수용가능한 레크레이션의 활동범위와 규모(관광객수, 관련시설의 규모 및 운영방식, 동굴등 생태적으로 민감한 특수지역의 탐방객 규모 등)로 정의하고 다양한 활용이 시도되었다.

1992년 UNCED 이후 지속가능한 개발이 경제사회 발전의 주요 의제로 강조되면서 환경용량 산정을 통한 지속가능성의 검토, 친환경적 개발의 대안 등을 모색하고 있다. 특히, 우리 나라에서 이 분야에 관심이 고조되면서 서울시, 대전시, 제주도 등에서 친환경개발을 위한 환경지표를 설정하고 생태도시 조성의 계획수단으로 활용을 시도하고 있다. 또한 국토 전체 차원에서 환경용량을 국토환경의 취약성과 지속가능성을 검토할 수 있는 지표로 활용할 수 있는지 여부 등을 평가하기도 했다.

지방자치단체는 해당지역의 환경용량을 정확히 파악한 후 환경목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 지역환경기준과 배출허용기준을 마련해야 한다. 이러한 사항은 우리나라 관련법으로도 보장하고 있는 사항이다. 지역환경기준이란 쾌적한 환경을 보전하고 사람의 건강을 보호하기 위하여 지역적 차원에서 유지·확보될 것이 요구되는 환경상의 기준을 의미한다. 이러한 지역환경기준은 지역의 특수성을 감안하여 적정수준에서 설정되어야 하며, 이는 성장과 보전의 조화를 유지할 수 있는 조절기능을 가지고 있다고 볼 수 있다. 따라서 지역환경기준은 지역주민의 건강보호와 환경보호를 위해 반드시 유지되어야 할 제도이다. 지방자치가 본격적으로 실시되면서 일부 지방자치단체에서 지역특성에 맞는 환경프로그램을 개발하고자 노력하고 있음은 매우 바람직한

일이며, 나아가 지역환경기준을 설정하고 이를 엄격히 적용할 수 있도록 유도하여야 할 것이다.

한편 복잡한 환경변화에 대한 예측과 평가는 매우 어렵기 때문에 종합환경정보시스템을 구축할 필요가 있다. 특히 다양하고 광범위하게 발생하고 환경관련 정보와 자원 그리고 인력 및 예산을 가장 효과적으로 운영하기 위해서는 체계적이고 일관성 있는 정보관리전략과 정보관리체계가 필수적임은 재고의 여지가 없을 것이다. 따라서 지방정부는 환경문제와 제반 환경정보를 다룰 수 있는 각종 장치나 시설들을 조기에 구축하고 최첨단 정보통신기술을 접목하여 환경문제에 대한 사전 조치와 감시, 경보, 사후조치를 일괄적이고 체계적으로 수행할 수 있는 체제정비가 필수적이라 하겠다.

제 3 장

환경용량 분석방법

제3장 환경용량 분석방법

제1절 생태적 발자국(Ecological Footprint)에 의한 환경용량평가[1)]

생태적 발자국(Ecological Footprint)지수는 리즈(Rees) 등[2)]에 의해서 1990년 초에 개발된 것으로서, 인간의 각 경제활동에 소요되는 모든 자원을 하나의 평가 단위인 생산적인 토지소비면적으로 환산한 값이다. 인간의 소비활동을 위해 필요한 토지면적이 실제 지역이나 국가의 토지면적을 초과하게 되면 그 지역은 환경용량 또는 수용능력을 초과했다고 본다.

EF지수는 특정 지역의 소비량을 그 지역의 생산적인 토지면적과 비교함으로써 지역 외부로부터 수입해서 사용하는 자원이 양을 알 수 있다. EF지수는 일정지역의 환경용량을 간단하 수치로 보여주나 지속가능한 사회를 위한 구체적인 방안을 제시해 주기는 어렵다. 왜냐하면 경제활동에 필요한 자원을 에너지생산 토지, 구조물환경, 정원, 경작지, 초지, 인공림, 자연림, 비생산적 토지 등 8개 분야로 나누고 이를 다시 음식, 건조환경, 산림, 에너지로 단순화시켜 이것을 토지소비면적이라는 지표로 환산하기 때문이다.

EF지수의 산정은 4단계를 거친다. 첫째, 측정 대상지역의 주요 소비부문을 일반적으로 음식부문(foof), 건조환경부문(built environment), 산림부문(forest), 화석연료부문(energy)으로 설정한다. 둘째, 각 항목별 1인당 소비량을 단위생산량(산출율), 셋째, 항목별 1인당 EF의 합으로써 부문별 EF를 계산한다. 넷째, 각 부문별 EF를 더하면 1인당 총 EF지수가 된다.

(1) 제1단계 : 측정대상지역의 주요 소비부문을 일반적으로 음식부문(food), 건조환경부문(built environment), 산림부문(forest), 화석연료부문(energy)으로 설정한다.

1) 서울시정개발연구원, 1999, 서울시 환경용량평가에 관한 연구
2) Therivel, Riki et al., 1992, Strategic Environmental Assessment, Earthscan

<표 3.1-1> 생태적 발자국 지수 산정의 구성항목

추정부문	구성항목
음식(A)	미곡, 맥류, 서류, 잡곡, 두류, 채소, 과실, 특용작물, 축산물, 유제품
건조환경(B)	대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 제방, 수도용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 묘지, 잡종지
산림(C)	산림
에너지(D)	휘발유, 등유, 경유, 방카-A, 방카-B, 방카-C, 제트A-1, JP-4, 프로판, 부탄, 도시가스, 무연탄, 전기

(2) 제2단계 : 각 항목별 1인당 소비량을 단위생산량(산출율)으로 나누어 항목별 EF를 계산한다.

$$\text{항목별EF}\,(\text{ha}/1\text{인}) = \frac{1\text{인당항목별소비량}\,(\text{kg}/1\text{인})}{\text{토지의}\,1ha\text{당항목별생산성}\,(\text{kg}/ha)}$$

(3) 제3단계 : 항목별 1인당 EF의 합으로써 부문별 EF를 계산한다.

$$\text{부문별1인당}\,EF = \sum \text{항목별1인당}\,EF$$

(4) 제4단계 : 각 부문별 EF를 더하면 1인당 총 EF지수가 된다.

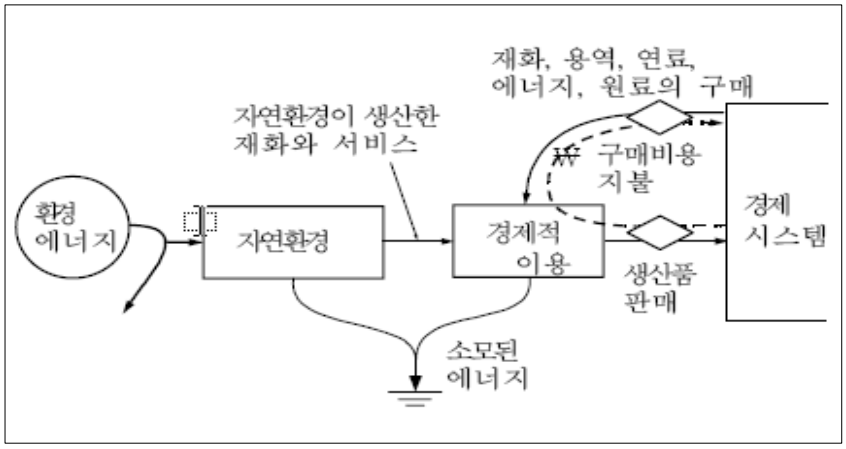
$$\text{지역1인당}\,EF = \sum \text{부문별1인당}\,EF$$

제2절 에머지분석에 의한 환경용량평가

1. 에머지 분석 개요

환경정책이나 경제정책에서 가장 많이 대두되고 있는 개념 중의 하나는 지속가능성이라 할 수 있다. 특히, 경제정책에 있어서 지속가능한 발전은 가능성 여부에 대한 정확한 판단이 없이 오랫동안 관용구처럼 사용되고 있다. 지속가능함을 달성하기 위한 정책의 수립을 위한 필수조건중의 하나가 자연의 가치에 대한 정확한 평가, 즉, 자연환경이 우리 경제에 기여하는 가치에 대한 정확한 계산이 이루어져야 한다.

자연환경의 가치를 평가하기 위한 많은 시도가 이루어졌으나 대부분은 지불의사(Willingness to Pay)에 의한 경제학적 가치판단으로 인간중심의 가치판단은 자연환경이 인류에게 가져다주는 혜택을 제대로 평가하지 못한다.



<그림 3.2-1> 경제시스템의 자연환경 이용

자연환경의 가치를 평가하기 위한 다른 하나의 시도는 미국의 생태학자인 오덤(Howard T. Odum)이 제안한 에머지(Emergy)분석으로 생태학적 입장에서 자연환경과 경제활동간 연관관계의 이해를 통한 자연환경에 대한 정확한 가치평가를 하려는 시도이다. 즉, 자연환경의 서비스와 시장경제의 재화와 용역을 에너지 관점에서 평가하고자 하는 시도로 궁극적으로 환경과 경제를 동일한 기준에서 평가하기 위한 개념이다.

에머지는 재화와 용역의 생산에 필요한 에너지 측면의 가치를 과학적으로 측정한

것을 말한다. 오덤(E.P. Odum, 1983, 1989)은 에머지를 “재화와 용역을 만들기 위하여 직·간접적으로 과거에 사용된 이용가능한 에너지”라 정의하였고, 그 단위는 엠주울(emjoule)로 표기하였다. 현재 에머지 평가법에서 사용하는 비교기준 에너지는 태양에너지이며 이 에머지를 태양에머지(solar emergy)라 하고, 단위는 solar emjoules(sej)이다.

에머지 개념에서 서로 다른 에너지 사이에 나타나는 일할 수 있는 능력의 차이, 즉,어떤 한 형태의 에너지가 다른 형태의 에너지로 바뀌는데 필요한 에너지의 양을 에너지 전환도(transformity)로 나타낸다. 이는 한 가지 자원이 만들어지는데 직접 투입된 에너지와 간접으로 투입된 기준이 되는 에너지량, 즉 에머지를 이 자원이 생산되기가지 실제 투입된 에너지량으로 나눈 값으로 에너지 변환도가 클수록 자원의 질은 더 높다고 할 수 있다.

<표 3.2-1> 태양에너지 변환도의 예[3)]

항 목	태양에너지 변환도
태양에너지	1
바람에너지	1,496
조석에너지	16,842
화산의 열에너지	18,000
열대우림목재	32,000
원 유	54,000
천연가스	48,000
석 탄	40,000
옥 수 수	83,000
전기에너지	200,000
목 화	860,000
양식새우	13,000,000

총 경제생산물(Gross Economic Product)중 에머지의 흐름에 기인한 몫을 Emvalue라고 한다. 즉 어떤 자원의 Emvalue는 그 자원의 에머지를 그해의 경제활동으로 인한 소득당 에머지의 비율로 나눈 값을 말하며 각국의 화폐단위에 따라 엠달러, 엠원과 같이 나타낼수 있으며 단위는 각각 $/yr, won/yr이다.

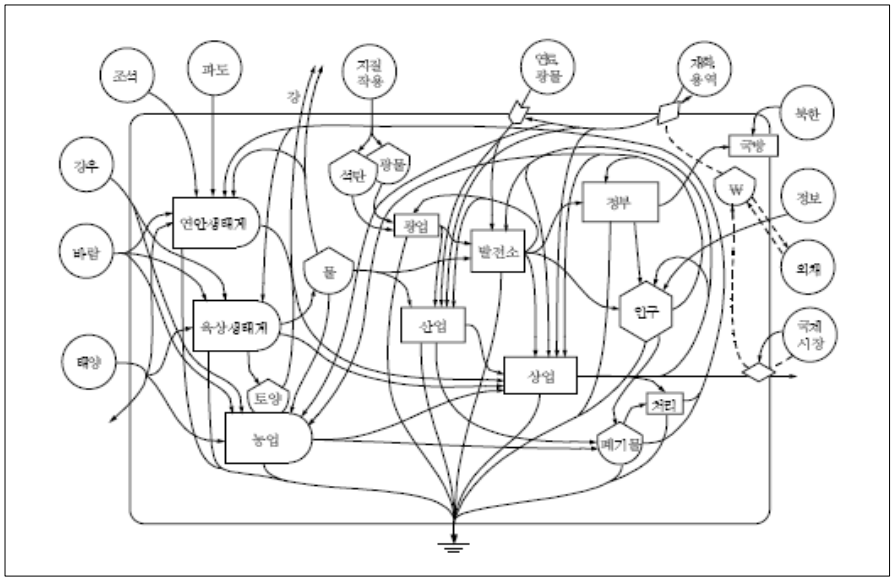
3) Odum, H.T., 1996, Environmental Accounting, Emergy and Environmental Decision Making. John Wiley & Sons, New York.

Emvalue는 어떤 자원, 특히 자연환경자원의 에머지가 경제생산에 얼마만큼 공헌하였는지를 화폐로 보여주기 때문에 거시경제적인 가치, 즉 그 자원의 진정한 가치를 보여줄 수 있다. 오덤(H.T.Odum, 1996)에 의하면 엠달러를 극대화하는 정책은 에머지의 생산과 사용을 극대화하는 것을 의미하므로 이는 곧 경제를 지속가능하고 경쟁력 있게 만들어 가는 것이라고 할 수 있다(H.T.Odum, 1998).

2. 에머지 계산과정

준비단계와 에머지 흐름 분석과정의 3단계를 거친다.

분석을 하기 전 에너지 시스템에 대한 다이어그램을 그려 평가시스템의 범위를 설정하고 시스템의 에너지원을 파악하며 에너지원간의 관계를 설정하는 작업이 선행되어야 한다.



<그림 3.2-2> 에너지시스템 다이어그램

① 제1단계 : 일정기간에 시스템으로 유입된 자연환경 에너지원과 경제적 에너지원의 유입량을 구한다.

자연환경 에너지원 : 태양, 바람, 비(화학적, 물리적), 하천 등

태양 : 수평면 일사량 * 면적

바람 : 높이 * 공기밀도 * 확산계수 * 바람의 각도 * 면적

비 : 면적 * 강우량 * 밀도 * Gibbs free energy

하천 : 유출량 * Gibbs free energy * 밀도

경제적 에너지원 : 부존하거나 수입된 화석연료와 소비된 재화와 용역

화석연료 : 특정기간에 사용된 모든 화석연료를 열량 단위인 Joule로 환산

소비된 재화와 용역을 화폐가치로 환산

② 제2단계 : 계산된 에너지원의 유입량을 태양 에머지로 환산한다.

유입된 에너지원(J 또는 $) * 태양 전환성 환산치 = 태양 에머지(sej)

각 에너지원별 태양에너지 전환도 환산치는 H.T.Odum을 비롯한 많은 학자들에 의하여 제공되고 있다.

③ 제3단계 : 계산된 각각의 에너지원의 태양 에머지의 값을 사용된 총 에머지 대 총경제생산물의 비율로 나누어 거시적인 경제적 가치를 보여주는 Emvalue를 구한다.

Emvalue = 각각의 에너지원의 태양 에머지/(에머지-화폐비율)

에머지-화폐비율(Emergy-Money Ratio, EMR)은 평가하고자 하는 경제시스템이 1년동안 사용한 총에머지량을 그 해의 총생산(GDP)으로 나눈 값

이런 과정을 거쳐서 다음표와 같은 에머지 평가표를 작성하면 다음과 같다.

<표 3.2-2> 에머지 평가표

번호	항목	원자료	태양에너지 변환도 (sej/단위)	태양에머지 (sej/yr)	엠달러 (emvalue)
1	xxx	J/yr, g/yr 또는 화폐단위/yr	xxx	원자료 × 태양에너지변환도	태양에머지/ (에머지-화폐비율)
2	태양	1.17 × 1021J	1	1.17 × 1021	7.04 × 108
3	바람	1.97 × 1017J	1.496	2.95 × 1020	1.78 × 108

Emvalue는 에머지로 표현한 환경자원의 기여가치를 전통적인 시장경제의 가치표현 수단인 화폐 단위로 바꾸어 경제학 방법으로 구한 결과와 비교할 수 있도록 해준다. 에머지 평가표의 각 행은 평가하고자 하는 흐름이나 저장된 양을 나타내는데, 각 열에 대한 설명은 아래와 같다.

① 각 항목의 자료출처와 에머지 계산과정을 나타내기 위한 주석 번호

② 각 항목을 표현하는 명칭 : 시스템으로 유입하거나 시스템에서 외부로 빠져나가는 에너지 또는 물질 흐름 ; 시스템 내부에 저장된 에너지나 물질의 양과 이들 사이의 흐름

③ 각 항목의 실제 측정자료(또는 측정자료를 이용하여 계산된 자료)로, 단위는 단위시간당 에너지, 물질 또는 화폐의 양으로 나타낸다. 여기에서 시간의 단위는 평가하고자 하는 시간 규모에 따라 결정된다. 일반적으로 연간 에너지(J/yr), 물질(g/yr) 또는 화폐($/yr)의 양으로 나타낸다.

④ 각 항목의 태양에너지 변환도 : 평가과정에서 직접 계산하거나 기존의 연구를 통해 계산된 값을 이용할 수 있다.

⑤ 세 번째 열의 실제 자료와 네 번째 열의 태양에너지 변환도를 곱하여 얻은 태양에머지

⑥ 다섯 번째 열의 에머지값을 평가하고자 하는 시스템이 속해 있는 전체시스템(예를 들어, 국가 전체)의 에머지-화폐비율(Emergy-Money ratio)로 나눈 값

연구대상 시스템이 사용하는 총 에머지량은 에머지 평가표에 나타난 각 항목의 에머지값을 더해 구할 수 있다. 또한 연구자의 필요에 따라 관련 에머지 항목끼리 더해 다음에 설명하는 여러 가지 에머지 지수의 계산에 사용한다. 그러나 이 과정에서 조심해야 할 것은 서로 다른 에머지를 더하는 과정에서 나타날 수 있는 이중 계산(double counting) 문제이다(Odum, 1996). 예를 들어 바람과 강우는 태양에너지가 지구 표면을 가열하여 나타나는 자연 현상이다. 따라서, 태양, 바람, 강우의 에머지를 모두 더하여 에머지 총량을 계산하면 태양에너지를 중복 계산하게 된다. 이 경우 에머지 개념은 에머지량이 가장 큰 에너지만 선택하도록 한다.

3. 에머지 지수

어느 국가나 지역의 환경용량을 평가함에 있어 H.T. Odum이 제안한 시스템 생태학적 접근법을 이용한 에머지 개념을 사용하면 그 지역의 재생가능한 환경자원과 재생불가능 자원을 동일한 척도로 평가하여 국가나 지역의 인구수용 또는 자원환경과 경제활동의 지속성을 평가할 수 있다.

에머지 분석표를 이용하여 연구대상 시스템의 특성을 평가하고 이를 다른 시스템과 비교할 수 있는 지수들을 계산할 수 있다. 이러한 지수들은 분석대상 시스템의 상태에 관한 정보를 제공하며, 경제성 평가, 환경영향, 대안선정과 같은 정책결정에 사용할 수 있다. 여기에서는 에머지평가에서 가장 많이 사용하는 에머지 지수들을 소개한다.

1) 에머지-화폐 비율(Emergy-money ratio, EMR)

에머지-화폐비율(EMR)은 평가하고자 하는 경제시스템이 1년 동안 사용한 총에머지량을 그 해의 총생산(예를 들어, GDP)으로 나눈 값으로 정의된다. 에머지 개념은 에머지 흐름이 경제시스템의 화폐순환(예를 들어, GDP)의 원동력이라고 설명한다(Odum, 1996 : Brown and Ulgiati, 1999). 따라서 EMR은 경제의 화폐흐름을 에머지 흐름과 연결하는 역할을 한다. 1995년 전세계경제의 EMR은 1.1 E12 sej/$이었는데(Brown and Ulgiati, 1999), 이는 전 세계경제에서 1달러가 순환하는데 필요한 에머지량에 해당한다. EMR은 평가대상 경제의 화폐구매력(buying power of money)을 나타내는데(Odum, 1996), 그 비율이 감소한다면 동일한 양의 화폐로 구매할 수 있는 실질적인 부(real wealth)가 감소하는 것을 의미한다. Odum(1996)은 인플레이션을 에머지 관점에서 해석하여, 경제에서 사용하는 에머지량이 동일한 상태에서 유통되는 화폐량이 증가하는 경우(즉, 단위화폐당 구매 가능한 에머지량을 나타내는 EMR이 감소)를 인플레이션이라고 하였다. 국가마다 연간 에머지 사용량과 화폐로 표시되는 연간 경제규모가 다르기 때문에 EMR은 국가마다 다르게 나타난다. 동일한 화폐단위(예를 들어, 달러)로 나타냈을 경우 저개발국가의 EMR은 일반적으로 선진국의 EMR보다 높은데, 이는 돈을 지불할 필요가 없는 자연 환경으로부터 유입하는 에머지가 경제에서 차지하는 부분이

크기 때문이다. 즉, 저개발국가의 단위화폐당 구매할 수 있는 실질적 부의 크기가 선진국보다 더 크다는 것을 의미한다. 예를 들어, Odum(1996)에 따르면 저개발국가인 리베리아와 에쿠아도르의 EMR은 각각 34.5 E12 sej/$, 8.7 E12 sej/$이었으며, 선진국인 미국, 일본, 독일의 EMR 은 각각 3.2 E12 sej/$, 1.5 E12 sej/$, 2.5 E12 sej/$을 보였다. 우리나라 경제의 1997년 EMR은 1.61 E12 sej/$으로, 선진국 수준의 EMR을 나타내었다(Kang and Park, 2002).

2) Emvalue

Emvalue는 주어진 전체 경제시스템이나 경제과정이 사용하는 총 에머지량을 에머지-화폐비율로 나누어 구할 수 있다. 따라서 Emvalue는 각 국가의 화폐단위에 따라 Emdollar(Em$), Emwon(EmW)과 같이 나타낼 수 있다. Emvalue는 에머지로 표현한 환경자원의 기여가치를 전통적인 시장경제의 가치표현 수단인 화폐 단위로 바꾸어 경제학 방법으로 구한 결과와 비교할 수 있도록 해준다.

3) 일인당 에머지 사용량(Emergy use per capita)

일반적인 경제통계에서 한 지역 또는 국가의 생활수준을 나타내는데 사용하는 지표는 일인당 국민총생산인데, 우리나라의 일인당 국민총생산은 2001년에 1,149만원(USD 8,900)이었다. 에머지 개념은 이를 일인당 에머지 사용량으로 나타내는데, 한 국가 또는 지역에서 일년 동안 사용한 총에머지량을 인구수로 나눈 값이다. 일인당 에머지 사용량이 높다는 것은 진정한 부의 측면에서 생활수준이 높다는 것을 의미한다. Odum(1996)은 에머지가 자연환경이 우리 경제에 기여하는 모든 요소를 포괄하려고 한다는 점에서 일인당 국민총생산보다는 일인당 에머지 사용량이 생활수준을 더 정확하게 나타낼 수 있다고 주장하였다. Brown and Ulgiati(1999)의 자료를 바탕으로 1995년 전 세계인구의 일인당 에머지사용량을 계산한 결과 0.53 E16 sej/capita로 나타났다. 우리나라 국민의 일인당 에머지사용량은 1997년에 1.66 E16 sej/capita로 선진국 수준에 근접하였다(Kang and Park, 2002). 다른 나라의 국민 일인당 에머지 사용량을 살펴보면, 미국 2.9 E16 sej/capita, 호주 5.9 E16 sej/capita, 중국 0.5 E16 sej/capita, 인디아 0.1 E16 sej/capita 등으로 나타났다(Odum, 1996).

4) 에머지 산출비율(Emergy yield ratio, EYR)

에머지 산출비율(EYR)은 주어진 경제시스템이 생산한 최종 산물의 에머지를 시스템 외부로부터 구입하여 생산과정에 투입한 에머지량으로 나누어구한다. 이 비율은 관심의 대상이 되는 생산과정이 지역 경제에 일차 에너지원(primary energy source)을 공급하는데 경쟁력이 있는지 나타낸다(Odum, 1996). 경쟁력이 있는 전형적인 연료의 에머지 산출비율은 약 6으로 알려져 있다. 따라서, 이 비율보다 낮은 에머지 산출비율을 갖는 과정들은 일차 에너지원으로서 경제적이라고 할 수 없다.

5) 에머지 교환비율(Emergy exchange ratio, EER)

일반적인 경제통계에서 한 국가의 경상수지는 재화와 용역의 수출을 통해 벌어들인 화폐와 수입에 지출한 화폐사이의 차이를 말한다. 2001년 우리나라의 경상수지는 86억 1,690만 달러의 흑자를 기록하였으며, 상품의 교역만을 고려한 무역수지는 93억 4,130만 달러로 무역흑자를 보였다(통계청, 2002). 자연환경과 인간 활동이 우리 경제의 진정한 부에 기여하는 바를 평가하고자하는 에머지 개념에서는 이를 에머지교환비율을 통해 제시하고 있다. 즉, 국가 사이나 경제시스템사이의 교역수지를 에머지 관점에서 다룬다는 점에서 이를 에머지교역수지라고 할 수 있다.

에머지 교환비율(EER)은 재화와 용역의 교역을 통해 경제시스템으로 유입한 에머지를 수출을 통해 외부로 빠져나간 에머지로 나눈 값이다. 에머지 관점에서 재화와 용역의 교역을 통한 수지 문제를 바라볼 때, 수출을 통해 빠져나간 에머지보다 더 많은 양의 에머지를 수입으로 얻는 경제는 더 많은 부를 축적하며, 이를 이용하여 경제가 더 윤택하게 된다. 외환위기가 발생한 1997년 우리나라의 경상수지는 81억 6,670만 달러의 적자를 나타냈으며, 경상수지 중 무역수지는 206억 2,400만 달러의 적자를 기록하였다(통계청, 2002). 기존 연구에 의하면 화폐의 관점에서 보았을 때 우리나라는 1997년 대외교역수지(경상수지, 무역수지)에서 적자를 나타냈지만, 에머지의 관점에서는 수입을 통해 유입한 총 에머지량이 수출을 통해 외국으로 유출한 총 에머지량의 2.79배로 흑자를 보였다(Kang and Park, 2002).

6) 인구수용력

에머지 평가는 현재의 자연환경과 경제활동이 유지할 수 있는 인구수용력(population carrying capacity)에 관한 정보를 제공한다. 인구수용력은 자연환경이 제공하는 재생가능한 에너지원(태양, 바람, 강우 등)에 기반을 둔 수용력과 선진국과 같은 경제발전 수준을 유지한다고 가정하였을 경우의 수용력 두 가지로 계산할 수 있다. 재생가능에머지 기반 인구수용력(renewable carrying capacity)은 주어진경제시스템의 총 에머지 사용량 중에서 재생가능한 에너지원으로부터 유입하는 에머지의 양이 차지하는 비율과 현재의 인구수를 곱하여 얻을 수 있다. 우리나라의 경우 1997년에 재생가능에머지가 전체 에머지 사용량에서 차지하는 비율은 6%이었으며, 이를 1997년 우리나라 전체 인구수와 곱한 결과 재생가능에머지 기반 인구수용력은 258만명(전체 인구의 6%)에 불과하였다. 선진국과 유사한 경제수준을 가정할 경우의 인구수용력(developed carrying capacity)은 재생가능에머지 기반 인구수용력의 8배로 계산한다. 이는 선진국의 경우 평균적으로 외부에서 구입한 에머지와 내부 에머지 사이의 비율이 8정도 되기 때문이다(Odum, 1996). 우리나라의 경우 선진국 수준의 경제발전을 가정할 경우 인구수용력이 1997년에 2,060만명으로, 전체 인구의 46%에 불과하였다(Kang and Park, 2002).

7) 단위면적당 에머지 사용량(Emergy use per unit area)

단위면적당 에머지 사용량(또는 에머지 밀도)은 한 경제시스템에서 일정 기간(보통 1년) 사용한 총 에머지량을 시스템의 전체 면적으로 나눈 값이며, 평가대상 경제시스템의 공간적 집중정도를 나타낸다(Odum, 1996). 에머지 밀도가 높은 지역일수록 경제활동의 강도가 높다는 것을 의미한다. 일반적으로 저개발 국가나 면적이 큰 국가일수록 단위면적당 에머지 사용량이 적게 나타난다. 우리나라의 경우 1997년에 단위면적당 에머지 사용량이 7.67 E12 sej/㎡/yr로 아주 높았다(Kang and Park, 2002). 이는 Odum(1996)이 제시한 도시형국가(urban nation)에 해당하는 값(1~10 E12 sej/㎡/yr)으로, 좁은 국토에서 무역을 중심으로 한 고밀도 경제구조를 가지고 있는 우리나라의 상황을 나타내고 있다.

8) 에머지 투자비율(Emergy investment ratio, EIR)

산업혁명 이전의 농경사회에서는 많은 경제활동이 해당 경제시스템의 에너지와 자원을 이용하는 자급자족 형태를 띠었지만, 현대 산업사회에서는 경제시스템 사이에 이루어지는 재화와 용역의 교역이 경제활동의 기본 요소가 되었다. 따라서 한 경제시스템의 경쟁력은 내부에서 공급가능한 재화와 용역과 외부로부터 구입하여야 하는 재화와 용역사이의 비율로 설명할 수 있다. 즉, 이 비율이 낮을수록 경쟁력이 크다고 할 수 있다. 에머지투자비율(EIR)은 외부에서 구입하는 에머지와 지역 또는 국가 자체에서 이용가능한 에머지(태양 에너지, 바람, 강우 등 재생가능한 에머지와 석탄, 광물자원처럼 재생불가능한 에머지를 더한 값 사이의 비율이다. 기존에 연구된 국가들의 EIR은 미국의 7 (Odum et al.,1987)에서부터 파푸아뉴기니의 0.045 (Doherty et al., 1992)까지 나타나고 있다.

EIR은 주어진 경제활동이 외부 자원을 이용하는데 얼마나 경제적인가를 나타낸다. 즉, EIR이 클수록 단위 내부 에머지당 외부 에머지의 양이 증가한다. 따라서 주어진 경제활동이 경쟁력을 가지기 위해서는 대안들의 EIR과 유사하거나 적어야 한다. 또한 EIR은 개발의 강도를 간접적으로 나타내는데, EIR이 클수록 개발의 강도가 높다고 할 수 있다(Odum, 1996).

9) 환경부하비율(Environmental loading ratio, ELR)

환경 경제시스템의 물적 토대로서 자연환경은 인간의 사회경제활동과 밀접하게 상호작용하며, 이러한 상호작용을 통해 환경과 인간은 서로에게 영향을 미친다. 현대 산업경제의 모든 생산과정은 태양, 바람, 조석과 같은 환경의 재생가능한 에머지, 화석연료나 광물과 같은 재생불가능한 에머지, 그리고 인간의 노동력이 결합되어 우리에게 유용한 재화를 생산해낸다. 그러나 자연환경은 이러한 경제활동과정에서 발생한 오염물질과 생태계 훼손으로 그 상태가 악화하고 있다.

환경부하비율(ELR)은 다양한 사회경제활동이 자연환경에 미치는 압력(스트레스)을 나타내기 위한 지수로, 외부에서 구입한 에머지와 시스템 내부에 저장되어 있는 재생불가능한 에머지의 합을 자연환경이 제공하는 재생가능한에머지로 나눈 값으로 정의된다. ELR이 낮을수록 인간의 사회경제활동이 자연환경에 미치는 영향이 적고, EIR이

높을수록 주어진 사회경제활동이 환경에 미칠 잠재적 영향이 크다는 것을 의미한다. Brown and Ulgiati(1997)는 ELR의 크기를 3단계로 구분하여, ELR이 3보다 적으면 환경에 대한 영향이 적은 시스템이며, 10 보다 클 경우에는 환경에 대한 영향이 큰 시스템으로 평가하였다. ELR이 3~10의 범위일 경우에는 환경에 미치는 영향이 비교적 크지 않은 것으로 간주하였다.

우리나라의 1997년 ELR은 16.82(Kang and Park, 2002)로, Brown and Ulgiati (1997)의 기준에 따르면 경제활동이 환경에 미치는 영향이 아주 큰 나라에 속한다. 전 세계경제의 1995년 ELR은 2.17로 나타났다(Brownn and Ulgiati, 1999) ELR을 이용하여 주어진 개발사업이 환경에 미치는 영향을 기존의 시스템과 비교함으로써 개발사업이 착수되기 이전에 사업의 환경영향을 비교할 수 있다. 즉, 개발사업의 ELR이 기존 시스템의 ELR보다 크다면, 개발사업이 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있는 공사방법을 선택하거나 이러한 대안이 가능하지 않을 경우 해당 사업의 취소를 고려해 볼 수 있다. 또한 원래의 개발사업에 대한 대안들에 대해서도 ELR을 비교함으로써 환경에 미치는 영향이 가장 적은 대안을 선택함으로써 환경자원의 지속가능한 이용을 위한 정책의 수립에 사용할 수도 있다.

10) 에머지 지속가능성지수(Emergy sustainability index, ESI)

Brown and Ulgiati(1997)는 평가대상이 되는 시스템이 현재의 환경상태와 사회경제활동에서 얼마나 지속가능한 지 나타내기 위하여 에머지 지속가능성지수(ESI)를 제안하였다. ESI는 주어진 시스템의 생산성을 나타내는 에머지산출비율(EYR)을 사회경제활동이 환경에 미치는 영향을 의미하는 환경부하비율(ELR)로 나눈 값으로 정의된다

지속가능성지수가 작을수록 재생불가능한 에너지의 사용량이 많고, 외부에서 구입한 에너지와 물질에 대한 의존도가 높으며, 환경에 주는 스트레스가 높다(Brown and Ulgiati, 1997). Brown and Ulgiati는 7개 나라의 ESI 평가결과를 토대로, ESI가 1보다 작은 경우는 선진국형 소비경제(미국 0.48, 이탈리아 0.17, 대만 0.16)로, 10보다 큰 경우는 저개발 경제(파푸아뉴기니 15.64, 에쿠아도르 15.48)로 구분하였다. 또한 ESI가 1~10인 경우는 개발도상국형 경제(태국 3.14, 멕시코 1.66)를 나타내는 것으로 제시하였다. 1995년 전 세계경제의 ESI는 0.73(Brown and Ulgiati, 1999)으로 Brown and

Ulgiati(1997)에 따르면 선진국형 소비경제에 해당하여 전 세계적으로 지속가능한 발전을 달성하기 위한 정책의 추진이 시급한 실정임을 보여주고 있다. 우리나라의 1997년 ESI는 0.0734)로 아주 낮게 나타나 세계 평균의 약 1/10에 불과하여 현 수준의 사회경제활동에서는 지속가능성이 극히 낮게 나타났다.

제3절 오니시모델을 적용한 환경용량평가[4)]

오니시모델은 동경도 구(區)지역의 지속가능한 개발을 위한 환경용량 접근방법으로 개발되었는데 물공급, 하수처리, 폐기물처리, 철도, 도로, 대기오염, 주택 등 7가지 분야를 선정하여 각 분야에 대한 수요와 공급의 균형점음 찾음으로서 해당지역의 환경용량을 평가하였다. 오니시는 도시의 지속성을 "환경적 제약범위내에서 현재와 미래의 모든 사람들에게 일정수준의 생활의 질을 보장하는 것"으로 정의하면서, 도시가 지속적으로 발전하기 위하여 도시성장, 인구, 경제활동 그리고 도시용량간의 균형이 반드시 이루어져야한다고 주장하고 있다.

오니시는 도시가 무한정으로 확장될 수 없으며, 시민들이 도시이 편의시설 및 서비스를 편안하게 즐길 수 있는 인구와 경제활동의 규모에는 한계가 있다는 도시용량 한계에 대한 가설을 기초로, 동경도의 환경용량을 도시 기반시설 및 서비스의 수요와 공급간의 균형관계 측정을 통해서 분석하였다

1. 공급측면

Cs=f(Xi)

Cs : 도시 편의시설 및 서비스 Xi의 공급에 의해 주어진 수용능력

Xi : 여러 가지 도시 편의시설 및 서비스

(철도망, 도로망, 폐기물처리, 전력공급, 주택 및 토지공급)

2. 수요측면

Cd=g(P, E)

Cd : 도시편의시설 및 서비스의 필요수준

(주민의 수요를 충족시키기 위해 필요한 도시시설 및 서비스)

P : 도시 거주민

E : 시외 통근 직장인

4) 서울시정개발연구원, 1999, 서울시 환경용량평가에 관한 연구

3. 공급· 수요간 균형점

Cs≥Cd : 편안한 상태에서 생활가능한 수준

Cs〈Cd : 지역의 도시 편의시설 및 서비스 수준 불만족

오니시모델은 분야별 환경용량평가 방법으로서 도시하부기반시설의 수용능력의 평가에 유용하며, 도시 하부기반시설은 기본적으로 시설규모가 개발사업지구의 범위를 넘어서는 것이기 때문에 주로 도시 전체 차원의 환경용량을 평가하는 데 유용하다. 그러나 이 방식은 환경용량의 한 부문에 대한 평가이기 때문에 엄밀한 의미에서 환경용량평가라기 보다는 환경용량평가의 일부라고 볼 수 있다.

제 4 장

전라북도 시군의 일반현황

제4장 전라북도 시군의 일반현황

제1절 인구현황

1. 인구분포

전라북도의 면적은 전국토의 약 8.1%인 8,053㎢이며, 2003년 전북도내 총 인구는 전국의 4.1%인 1,963천명으로 전국의 평균(490.2명/㎢)보다 인구밀도가 낮으며, 인구 및 인구밀도가 점가 감소추세를 보이고 있는 지역이다.

최근 10년간 전국의 인구밀도는 7.1%가 증가한 반면, 전북의 인구밀도는 2.2%가 감소하여, 2003년에 249.3명/㎢으로 나타났으며, 세대당 인구는 3.4명에서 2.8명으로 줄어들어 핵가족화 현상이 뚜렷하게 나탄고 있다.

인구성장율은 전국적으로 증가폭이 점차 감소하고 있으며, 전라북도는 지속적인 감소추세를 보이고 있다.

<표 4.1-1> 년도별 인구증가 추세

단위: %

구 분	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2003
전 국	5.38	4.02	4.15	3.26	1.05
전 북	-4.14	-5.58	-1.46	-0.13	-2.54

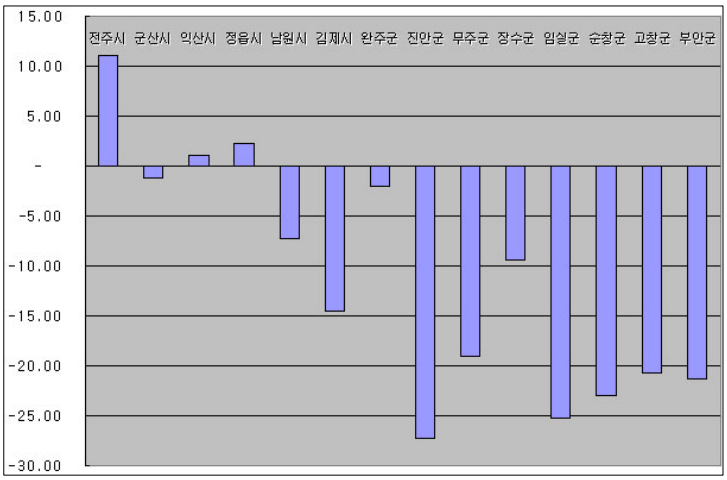
자료 : 통계청, 전북통계연보, 각년도.

2. 시군별 현황

전라북도 인구의 감소율은 소폭의 감소추세에 있으며, 최근 10년간 인구성장율이 뚜렷한 증가추세를 보이는 전주시를 제외한 기타 지역에서는 지속적인 감소추세를 보이고 있음. 특히, 진안군, 임실군, 순창군, 고창군, 부안군 지역에서는 20%이상의 감소율을 보이고 있다.

인구 구조를 살펴보면, 도내 인구의 80.9%가 시 지역에 집중되어 있으며, 인구규모

가 큰 지역은 전주시, 군산시, 익산시 등이며, 인구밀도가 높은 지역은 전주시, 군산시, 익산시, 정읍시의 순으로 인구의 조밀현상이 시를 중심으로 한 지역에 나타나는 것을 알 수 있다.



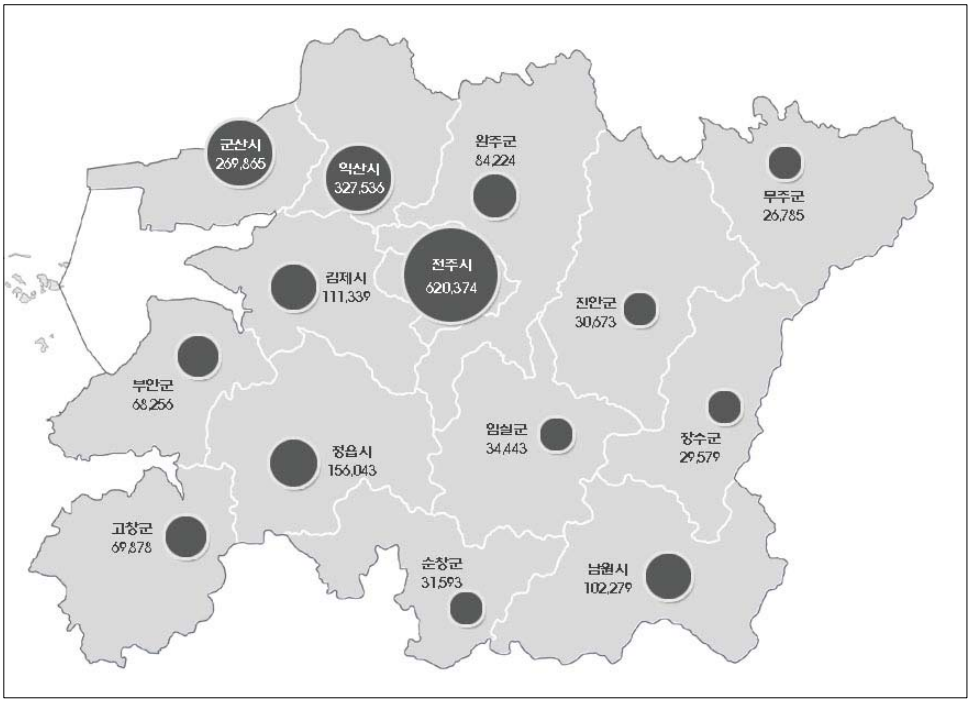
<그림 4.1-1> 시·군별 인구성장율

<표 4.1-2> 시·군별 인구현황

구 분	행정구역명	인구(인)	구성비(%)	인구밀도(인/㎢)	인구성장율(%)
계	-	1,962,867	100.00	395.54	-11.19
50만 이상	전주시	620,374	31.61	3,008.3	11.07
30만-50만	익산시	327,536	16.69	646.1	0.99
10만-30만	군산시	269,865	13.75	713.6	-1.19
	정읍시	156,043	7.95	225.2	2.25
	남원시	102,279	5.21	135.9	-7.33
	김제시	111,339	5.67	204.2	-14.50
10만 미만	완주군	84,224	4.29	102.6	-2.05
	진안군	30,673	1.56	28.9	-27.25
	무주군	26,785	1.36	42.4	-19.15
	장수군	29,579	1.51	55.4	-9.42
	임실군	34,443	1.75	57.7	-25.25
	순창군	31,593	1.61	63.7	-22.93
	고창군	69,878	3.56	115.2	-20.63
	부안군	68,256	3.48	138.4	-21.28

자료 : 전라북도 통계연보, 각년도

주 : 인구성장율은 1994-2003년의 값을 적용



<그림 4.1-2> 시・군별 인구분포도

제2절 토지자원 현황

1. 행정구역 체계

<표 4.2-1> 전라북도 행정구역 변천

년 도	변천사항
삼국시대	마한국과 병합한 백제에 속했으며, 백제가 지방에 정방제를 설치하여 통치할 때 그중 중방(고섭성-고부지방)이 본 도의 중심지였음
통일신라시대	685년 전국에 9주 5소경을 둘 때 본도에는 완산주(현 전주)와 남원경(현 남원)을 두었음
고려시대	996년(성종 14년) 전국을 10도로 나눌 때 본도는 강남도(江南道)라 칭하고 4주(전-전주지방, 영주-고부지방, 순주-순창지방, 마주-옥구지방)를 설치하였음 1018년(현종 9년)에 전구구을 5도 양계(兩界)로 크게 나누면서 강남도(전북)와 해남도(전남)를 합하여 전라도라 칭하고 전주에 안찰사를 두었음
조선시대	1413년(태종 13년) 전국 행정구역을 8도제로 정비하면서 전라도는 전주에 관찰사를 두고 현재의 전라남도, 전라북도와 제주도에 걸친 1부(府) 4목(牧), 4도호부(都護府), 12군(郡), 31현(縣)의 광할한 지역을 관할하였음 갑오경장시대인 1896년(고종 33년) 전국을 13도로 나누면서 전라도는 전라남·북도로 분리되고 전라북도는 26군으로 구성되었음 한일 합방이후인 1910년 전국을 13도 12부 317군으로 개편할 때 옥구군 일원이 군산부로 되면서 1부 27군이 되고 1914년 행정구역인 부·군을 통폐합하여 1부(군산)14군(완주·익산·옥구·김제·정읍·고창·남원·순창·임실·장수·진안·무주·부안·금산군)으로 되었다가 1935년에 전주읍이 전주부로 승격되면서 완주군과 분리되었음
1949년	전주, 군산, 이리부가 각각 시로 승격되어 3개시의 행정구역이 구성됨
1963년	금산군이 충남으로, 전남 위도면이 전북으로 편입
1981년	정주읍, 남원읍이 각각 시로 승격되어 5개시의 행정구역이 구성됨
1989년	김제읍이 시로 승격되어 6개시의 행정구역이 구성되었으며, 전주시에는 완산구, 덕진구가 설치됨
1995년	도농복합형태의 시 설치로 옥구·정읍·남원·김제·익산군과 군산·정주·남원·김제·이리시가 각각 통합되어 군산시,정읍시,남원시,김제시,익산시로 변경되는 등 행정국역 개편을 거듭하여 6시 8군의 행정구역으로 구성됨

자료 : 전라북도 통계연보, 2004.

2. 도시계획 구역

전라북도의 도시계획구역 면적은 870.13㎢로 전체 면적의 10.8%를 차지하고 있으며, 전국 평균 16.8%[5]보다 낮게 나타났다.

<표 4.2-2> 용도지역 현황

구 분		도시계획 구역면적	용도지역				기타
			주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	
전국		15373.47 (100.0)	1869.92 (12.01)	238.82 (1.54)	698.27 (4.56)	11497.92 (75.62)	1068.54 (6.27)
전라북도	계	870.13 (100.0)	114.03 (13.10)	14.75 (1.70)	49.01 (5.63)	609.40 (70.04)	82.93 (9.53)
	시급	590.58	90.94	12.17	42.05	368.55	76.88
	군급	279.55	23.09	2.58	6.96	240.85	6.05

자료 : 전국, 전라북도 통계연보, 2004.

<표 4.2-3> 도시화 추세

단위 : 인, %

구 분	인구	도시지역기준		행정구역기준		도시화율	
	소계	도시인구	비도시인구	도시인구	농촌인구	도시지역 인구기준	행정구역 인구기준
	(A)	(B)	(C=A-B)	(D)	(E=A-D)	(B/A*100)	(D/A)*100
전 국	48,694,160	43,713,849	4,980,311	43,353,158	5,341,002	89.80	89.00
서울특별시	10,276,968	10,276,968	0	10,276,968	0	100.00	100.00
부산광역시	3,711,268	3,711,268	0	3,711,268	0	100.00	100.00
대구광역시	2,544,811	2,544,811	0	2,544,811	0	100.00	100.00
인천광역시	2,601,278	2,542,116	59,162	2,535,500	65,778	97.73	97.47
광주광역시	1,400,683	1,398,168	2,515	1,400,683	0	99.82	100.00
대전광역시	1,432,296	1,429,829	2,467	1,432,296	0	99.83	100.00
울산광역시	1,074,704	1,065,974	8,730	1,053,901	20,803	99.19	98.06
경 기 도	10,361,638	9,301,583	1,060,055	9,348,111	1,013,527	89.77	90.22
강 원 도	1,533,473	1,197,361	336,112	1,220,821	312,652	78.08	79.61
충청북도	1,461,743	1,121,563	340,180	1,122,244	339,499	76.73	76.77
충청남도	1,920,071	1,186,952	733,119	1,153,687	766,384	61.82	60.09
전라북도	1,962,517	1,498,174	464,343	1,438,445	524,072	76.34	73.30
전라남도	2,024,422	1,360,436	663,986	1,255,282	769,140	67.20	62.01
경상북도	2,737,531	2,001,256	736,275	2,065,099	672,432	73.10	75.44
경상남도	3,097,143	2,591,369	505,774	2,276,826	820,317	83.67	73.51
제 주 도	553,614	486,021	67,593	517,216	36,398	87.79	93.43

자료 : 건설교통부

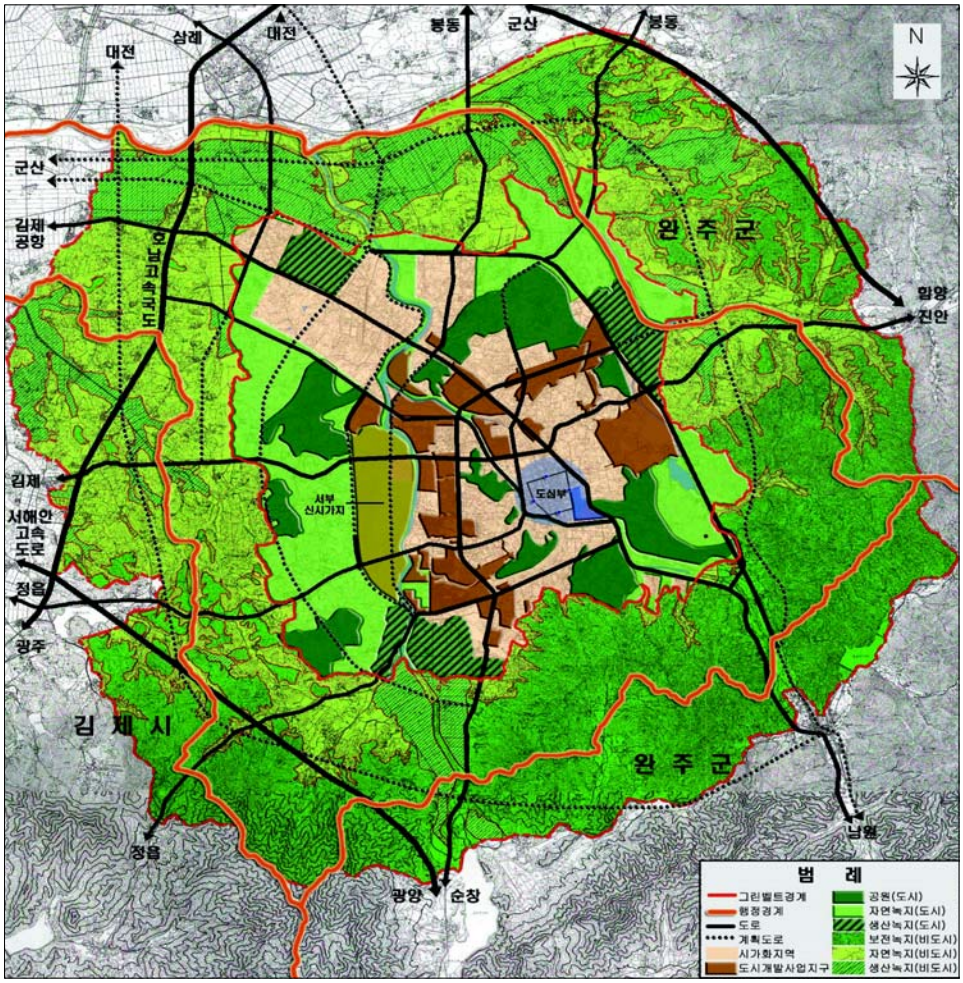
5) 전국 9개도 도시계획구역 면적의 평균은 14.1%임

전체 용도지역을 살펴보면 도시계획구역 면적 중에서 70.0%가 녹지지역에 포함되어 있어 절대적 가용지가 적은상태이다.

전라북도의 도시화율은 도시지역 인구기준 76.34%, 행정구역 인구기준 73.30%로 전국 평균보다 매우 낮게 나타나며, 충청남도와 전라남도에 이어 가장 낮은 도시화율을 보이고 있다.

3. 각종 보호구역

1) 개발제한구역 해제지역



<그림 4.2-1> 그린벨트 해제에 따른 녹지분포도

전라북도내 그린벨트 해제면적은 전주시 103.40㎢, 김제시 10.80㎢, 완주군 102.56㎢로 총 225.4㎢이며, 구역내 주택은 8,518가구, 건물 23,708동으로 나타났다.

용도지역별로는 보전녹지 116.36㎢(51.6%), 생산녹지 43.89㎢(19.5%), 자연녹지 65.15㎢(28.9%)의 비율을 보이고 있다.

2) 상수원보호구역

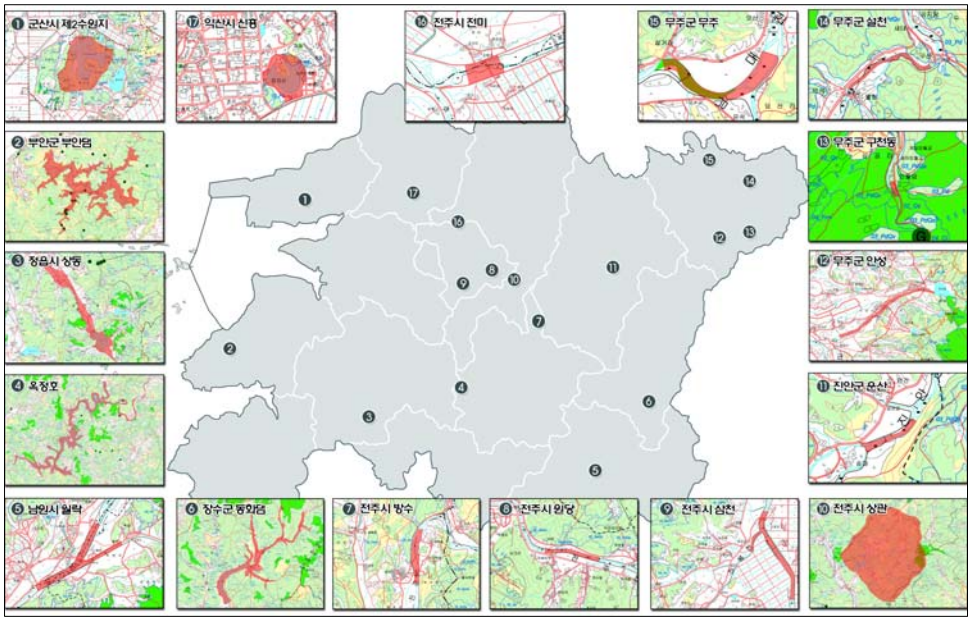
전라북도내에 지정된 상수원보호구역은 4개시 5개군에 걸쳐 75.375㎢가 지정되어 있으며, 상관면 25.990㎢, 옥정호 20.613㎢, 부안댐 17.118㎢순으로 나타났다.

<표 4.2-4> 상수원보호구역 현황

시 군	보호구역명	면 적(㎢)	지정일자	행정구역
합 계	17개소	75.375		
전주시	방 수	0.270	72. 5. 5	임실군 관촌면
	원 당	0.099	80. 8. 2	전주시 완산구
	상 관	25.990	24. 6. 9	완주군 상관면
	삼 천	0.276	82. 6.19	전주시 완산구
	전 미	0.319	67. 8. 5	전주시 덕진구
군산시	제2 수원지	2.345	63. 5. 1	군산시 회현동
익산시	신 흥	0.253	71.11.15	익산시 신흥동
정읍시	상 동	3.304	72. 4. 1	정읍시 내장동
정읍시/임실군	옥정호	20.613	99. 8.12	정읍, 임실군 운암면
남원시	월 락	0.418	85.12.24	남원시 월락동
진안군	운 산	0.081	87. 9. 8	진안군 진안읍
무주군	무 주	0.319	76. 6. 9	무주군 무주읍
	안 성	0.155	92. 4.15	무주군 안성면
	구천동	0.004	87. 6.15	무주군 설천면
	설 천	0.062	88. 6. 7	무주군 설천면
장수군	동화댐	4.019	01.12.31	장수군 번암면
부안군	부안댐	17.118	99.12.31	상서면, 변산면, 진서면

자료 : 전라북도 수질보전과.

주 : 2005. 6월말 기준



<그림 4.2-2> 상수원보호구역 현황

제3절 산업경제 현황

전라북도 지역내 총생산은 2003년 기준 22조 3,823억원으로 전국 대비 3.1%를 차지하고 있으며, 생산액을 기준으로 한 최근 10년 연평균 경제성장률은 7.43%로 성장률이 감소하고 있다.

<표 4.3-1> 지역내 총생산

단위 : 천억원, %

구 분	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
전 국	348,025	410,131	459,379	496,994	479,824	527,603	577,971	620,905	685,946	731,627
성장률	-	17.85	12.01	8.19	-3.45	9.96	9.55	7.43	10.48	6.66
전 북	119	141	163	175	164	174	190	200	213	224
성장률	-	18.10	15.27	7.80	-6.70	6.57	8.85	5.37	6.41	5.18

자료 : 통계청 홈페이지, 2003.

<표 4.3-2> 사업체 및 종사자별 산업구조

단위 : 개소, 명, %

구 분	사업체수				종사자수			
	농림어업	광 업 제조업	건설 및 전기가스 수 도 업	서비스업	농림어업	광 업 제조업	건설 및 전기가스 수 도 업	서비스업
전 국	721	59,093	37,479	162,469	10,186	2,263,216	578,265	2,837,605
전 북	61	1,421	1,548	3,558	593	57,661	17,463	57,021
전국대비	8.46	2.40	4.13	2.19	5.82	2.55	3.02	2.01

자료 : 통계청 홈페이지, 2003.

사업체 기준 산업구조는 전국대비 농림어업 부문이 8.46%로 비교적 높게 나타나고 있으나, 제조업, 서비스업 등 기타 부문에서는 낮게 나타나 1차 산업 중심의 산업구조의 특성을 보여준다.

종사자수 기준 산업구조 또한 전국대비 2차, 3차 부문에서 낮게 나타나고 있으며, 특히 3차산업 부문에서는 2.01%로 매우 낮게 나타났다.

제4절 도시시설 현황

1. 주택

전국 주택보급율은 2003년 기준 101.2%이며, 전라북도의 주택보급율은 97.0%로 전국 평균보다 낮은 주택보급율을 보이고 있으며, 전라북도내 주택보급율이 높은 지역은 남원시, 완주군, 무주군, 부안군으로 나타났다.

<표 4.4-1> 주택보급율

단위 : %

구 분	1999	2000	2001	2002	2003
전 국	93.3	96.2	98.3	100.6	101.2
전 북	84.9	89.1	89.1	89.1	97.00
전주시	73.5	83.3	83.3	83.3	91.66
군산시	87.1	89.7	89.7	89.7	91.44
익산시	83.4	88.8	88.8	88.8	93.79
정읍시	90.4	93.8	93.8	93.8	97.72
남원시	85.6	87.2	87.2	87.2	105.60
김제시	95.2	96.8	96.8	96.8	98.60
완주군	91.8	90.5	90.5	90.5	102.62
진안군	95.7	96.2	96.2	96.2	96.20
무주군	93.9	94.4	94.4	94.4	108.52
장수군	93.8	95.3	95.3	95.3	95.72
임실군	95.3	96.2	96.2	96.2	96.20
순창군	93.9	95.1	95.1	95.1	95.10
고창군	93.8	94.8	94.8	94.8	96.34
부안군	93.2	94.6	94.6	94.6	106.30

자료 : 통계청 홈페이지, 전북통계연보, 각년도.

시 지역보다 군 지역에서 주택보급율이 높게 나타나고 있으며, 이는 인구의 도시집중 현상을 보여주는 현상이라 할 수 있다.

2. 기반시설

전라북도내 도시기반시설인 상수도보급률, 하수도보급률, 도로연장(㎢당) 등이 전국 평균보다 낮게 나타나고 있으며, 특히 상하수도 보급률이 군 지역에서 매우 저조한 것으로 나타남

상수도 보급률은 전주시, 익산시, 군산시, 정읍시, 부안군을 제외하고는 전북 평균 79.4%에 미치지 못하고 있으며, 하수도는 인구규모가 크게 나타난 전주시, 익산시, 군산시 이외에는 매우 낮은 보급률을 보이고 있음

도로연장(㎢당)은 전주시, 익산시, 군산시는 현재의 도로용량 수준이 비교적 높게 나타났으나, 기타 시군에서는 전국 평균 0.97㎞보다 낮게 나타남

<표 4.4-2> 시·군별 도시기반시설 현황

구 분	행정구역명	상수도 보급률(%)	하수도 보급률(%)	㎢당 도로연장(㎞)
	전 국	89.4	78.8	0.97
계	전 북	79.4	66.8	0.82
50만 이상	전주시	95.9	94.9	1.89
30만-50만	익산시	86.1	77.4	1.21
10만-30만	군산시	87.6	82.7	1.54
	정읍시	80.6	44.4	0.85
	남원시	56.7	64.5	0.71
	김제시	65.2	35.6	0.92
10만 미만	완주군	27.0	25.7	0.58
	진안군	40.1	48.9	0.58
	무주군	53.7	29.5	0.51
	장수군	34.1	34.5	0.76
	임실군	36.2	11.3	0.79
	순창군	33.7	0.2	0.73
	고창군	56.1	23.7	0.80
	부안군	96.8	1.5	0.88

자료 : 건설교통부, 전라북도 통계연보, 2003.

제 5 장

전라북도 환경용량

제5장 전라북도 환경용량평가

제1절 전라북도 생태적 발자국 지수 분석

1. 전라북도 생태적 발자국 지수 분석

1) 생태적 발자국 지수 산정

전라북도의 생태적 발자국 지수(Ecological Footprint : EF) 산정의 공간적 범위는 전라북도 행정구역내로 한정하였으며 분석연도는 1994년 부터2003년 까지 10년간으로 하였다. EF지수의 산정을 위한 소비범주는 음식, 건조환경, 산림, 에너지 등 4개 부분으로 하였으며 EF지수 산정의 구성항목은 <표 5.1-1>과 같다.

<표 5.1-1> EF지수 산정의 구성항목

추정부문	구성항목
음 식	미곡, 맥류, 서류, 잡곡, 두류, 채소, 과실, 특용작물, 축산물, 유제품
건조환경	대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 제방, 수도용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 묘지, 잡종지
산 림	산림
에 너 지	휘발유, 등유, 경유, 방카-A, 방카-B, 방카-C, 제트A-1, JP-4, 프로판, 부탄, 도시가스, 무연탄, 전기

2) 생태적 발자국 지수 적용결과

EF지수분석에서 음식, 건조환경, 산림, 에너지 각각은 세부적인 소비품의 생산을 위해 필요로 하는 토지의 양이다. 즉 EF지수는 1인당 소비되는 토지의 양(ha/인)의 단위를 나타낸다. 각 부문에서 여러 가지 소비품목들이 포함되는데 소비가 많아지면 질수록 필요로 하는 생산적인 토지의 양도 증가하게 된다.

그러나 EF지수는 절대적 지수가 아니라 상대적 지수이다. EF지수가 높은 지역이 낮은 지역보다 절대적인 소비량이 많음을 뜻하는 것이 아니라, 그 지역의 토지 산출율에 비해서 상대적으로 높은 소비수준임을 의미한다. 예를 들면 타지역에 비해서 1인당 소비량이 많은 지역이라 하더라도 그 지역의 산출율이 타 지역에 비해 높다면 그 지역

의 EF지수는 오히려 타 지역의 EF지수보다 낮아 질 수 있다.

전라북도에 있어서 네가지 각 부문의 소비를 위해 필요한 토지량의 계산은 다음과 같다.

(1) 음식부문

EF지수의 음식부문 산정결과는 <표 5.1-2>과 1994년 전라북도 도민 1인당 음식부분 EF는 0.9019ha, 2003년에는 1.1125ha로 계산되었다. 이는 전라북도 도민 1인당 1년간 소비하는 음식물을 만들기 위해 1994년에는 0.9019ha, 2003년에는 1.1125ha가 필요하다는 것으로 해석될 수 있다.

<표 5.1-2> 1994년 음식부문 전라북도 EF지수

구 분	작물재배면적 (ha)	생산량 (t)	산출율 (kg/ha)	1인당소비 (kg/cap)	항목별EF (ha/cap)
산정식	a	b	c=b/a*1000	e	f=e/c
미곡	163,709	821,524	5,018	108.3	0.0216
맥류	8,586	24,101	2,807	1.7	0.0006
잡곡	2,090	2,683	1,284	3.4	0.0026
두류	8,431	10,776	1,278	8.9	0.0070
서류	3,075	14,952	4,862	3.1	0.0006
채소	34,313	830,891	24,215	160.6	0.0066
특용작물	9,670	9,227	954	3.6	0.0038
과실류	4,382	38,326	8,746	55.4	0.0063
축산물			33	25.8	0.7818
유제품			502	35.6	0.0709
부문별EF					0.9019

<표 5.1-3> 2003년 음식부문 전라북도 EF지수

구 분	작물재배면적 (ha)	생산량 (t)	산출율 (kg/ha)	1인당소비 (kg/cap)	항목별EF (ha/cap)
산정식	a	b	c=b/a*1000	e	f=e/c
미곡	148,505	669,716	4,510	83.2	0.0184
맥류	10,435	26,874	2,575	1.0	0.0004
잡곡	1,692	3,189	1,885	3.7	0.0020
두류	5,552	7,064	1,272	8.0	0.0063
서류	3,813	18,877	4,951	3.2	0.0006
채소	24,809	820,227	33,062	152.4	0.0046
특용작물	7,240	4,734	654	3.6	0.0055
과실류	15,211	73,175	4,811	55.8	0.0116
축산물			33	31.7	0.9606
유제품			502	51.4	0.1024
부문별EF					1.1125

10년 사이 음식 EF지수의 경향은 미곡의 소비량은 다소 감소하고 축산물과 유제품의 소비는 두드러지게 증가하는 경향을 보이고 있다.

<표 5.1-4> 1994~2003 음식부문 전라북도 EF지수

구분	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EF지수	0.9019	0.9746	1.0100	1.0357	0.9801	1.0481	1.1042	1.1159	1.1450	1.1125

(2) 건조환경부문

건조환경부문은 건물을 지어 토지를 점유하고 있는 부문을 말한다. 토지의 경쟁적인 특성상 어떤 특정한 부문이 점유하게 되면 다른 부문이 사용되지 못하기 때문에 건조환경이 만들어진 토지 위의 땅은 다른 용도로 사용되지 못하게 된다. 따라서 건조환경부문의 EF지수가 전체 환경용량 산정에 한 부분을 담당한다.

1994년 건조환경부문이 차지하고 있는 토지는 1인당 0.02275ha이며, 2003년에는 0.02874ha이다. 10년 사이 EF지수의 증가는 1994년에 비해 2003년에서 도로, 대지, 공장용지의 소비가 다소 증가하였기 때문인 것으로 판단된다.

<표 5.1-5> 1994년 건조환경부문 전라북도 EF지수

구 분	점유면적 (ha)	1인당토지소비량 (ha/cap)	항목별 EF (ha/cap)
산정식	a	b=a/P	c=b
대지	16,100.3	0.008030	0.00803
공장용지	1,659.2	0.000828	0.00083
학교용지	1,811.7	0.000904	0.00090
도로	18,523.0	0.009239	0.00924
철도용지	771.6	0.000385	0.00038
제방	1,725.8	0.000861	0.00086
수도용지	165.9	0.000083	0.00008
체육용지	122.8	0.000061	0.00006
유원지	85.1	0.000042	0.00004
종교용지	128.2	0.000064	0.00006
사적지	35.3	0.000018	0.00002
묘지	2,055.2	0.001025	0.00103
잡종지	2,429.6	0.001212	0.00121
부문별EF			0.02275

<표 5.1-6> 2003년 건조환경부문 전라북도 EF지수

구 분	점유면적 (ha)	1인당토지소비량 (ha/cap)	항목별EF (ha/cap)
산정식	a	b=a/P	c=b
대지	18,523.4	0.00944	0.00944
공장용지	3,188.9	0.00162	0.00162
학교용지	2,047.4	0.00104	0.00104
도로	23,752.3	0.01210	0.01210
철도용지	779.9	0.00040	0.00040
제방	1,769.9	0.00090	0.00090
수도용지	205.4	0.00010	0.00010
체육용지	403.1	0.00021	0.00021
유원지	145.7	0.00007	0.00007
종교용지	238.1	0.00012	0.00012
사적지	42.3	0.00002	0.00002
묘지	2,055.1	0.00105	0.00105
잡종지	3,267.4	0.00166	0.00166
부문별EF			0.02874

<표 5.1-7> 1994~2003 건조환경부문 전라북도 EF지수

구분	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EF지수	0.0228	0.0238	0.0243	0.0250	0.0256	0.0262	0.0267	0.0271	0.0284	0.0287

(3) 산림부문

나무와 관련된 제품의 소비를 위해 필요한 산림면적을 계산하여야 한다. 산림부문에서의 산출률은 국내생산량을 산림면적으로 나누어준 값이 되고 1인당 EF는 전라북도 도민 1인당 나무관련제품의 소비를 위해 필요한 전라북도 지역 산림의 필요면적을 대표한다. 1994년부터 2003년의 산림부문의 EF지수는 다음과 같다. 1994년과 2004년의 전라북도 도민의 산림부문 EF지수는 1.038ha와 0.635ha로 계산되었다. 10년동안 산림면적이 감소하고 있음에도 불구하고 EF지수가 감소한 이유는 산림면적의 증가에도 불구하고 산출율의 증가가 계속적으로 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다.

<표 5.1-8> 산림부문 전라북도 EF지수

구분	산림면적 (ha)	생산량 (㎥)	산출율 (㎥/ha)	소비량 (㎥)	1인당소비량 (㎥/cap)	항목별EF (ha/cap)
산정식	a	b	c=b/a	d	e=d/P	f=e/c
1994	6,640	1,206.5	0.182	105,296.3	0.189	1.038
1995	6,639	1,085.6	0.164	110,920.3	0.194	1.189
1996	6,612	1,225.4	0.185	111,699.9	0.192	1.033
1997	6,602	1,088.5	0.165	113,122.7	0.192	1.163
1998	6,584	1,460.8	0.222	67,003.2	0.112	0.503
1999	6,575	1,732.2	0.263	100,857.2	0.165	0.626
2000	-	-	-	102,420.8	0.165	-
2001	6,563	1,568.1	0.239	111,952.0	0.179	0.751
2002	6,524	1,633.1	0.250	118,806.1	0.190	0.758
2003	6,511	1,768.4	0.272	109,554.4	0.177	0.650

(4) 에너지부문

에너지부문의 EF지수 산정 방법에는 3가지가 있다. 하나는 액화화석연료를 대체할 수 있는 대체연료를 생산해 내는데 필요한 토지의 양을 계산하는 방법, 화석연료를 사용하는 과정에서 발생하는 이산화탄소를 없애는데 필요한 토지의 양을 측정하는 방법, 그리고 마지막 세 번째는 화석연료가 소비되는 것과 같은 비율로 자원을 다시 만들어 내는데 필요한 토지를 계산하는 방법이 있다. 이 3가지 방법들은 화석연료 100Giga joul의 소비를 대략 1ha의 토지가 필요하다는 비슷한 계산값을 이끌어 낸다. 1994년 2002년의 전라북도 화석연료 사용량은 다음과 같다.

<표 5.1-9> 1994년 에너지부문 전라북도 EF지수

구분		화석연료 소비량	리터로 환산	Kcal로 환산	Giga Joul로 환산	소비량/1인 (giga joul/cap)	항목별EF (ha/cap)
산정식		a	b=a*158.988 프로판(b)=a*80.78 부탄(b)=a*92.9	c=b*단위발열량	d=c*단위환산계수	e=d/인구	f=e/100
석유제품 (Bbl)	휘발유	2,003,000	318,452,964.0	2.64316E+12	11,064,554.2	5.52	0.0552
	등유	2,392,000	380,299,296.0	3.3086E+12	13,850,176.5	6.91	0.0691
	경유	7,585,000	1,205,923,980.0	1.10945E+13	46,442,788.9	23.16	0.2316
	벙커-A	17,000	2,702,796.0	25406282400	106,353.5	0.05	0.0005
	벙커-B	-	-	-	-	-	-
	벙커-C	7,342,000	1,167,289,896.0	1.15562E+13	48,375,387.1	24.13	0.2413
	제트-A	-	-	-	-	-	-
	JP-4	14,000	2,225,832.0	18919572000	79,199.4	0.04	0.0004
	프로판	1,916,000	154,774,480.0	1.85729E+12	7,774,834.1	3.88	0.0388
	부탄	645,000	59,920,500.0	7.07062E+11	2,959,838.2	1.48	0.0148
도시가스(㎥)		45,613,000	-	4.78937E+11	2,004,880.4	1.00	0.0100
무연탄(kg)		281,000,000	-	1.2645E+12	5,293,334.8	2.64	0.0264
전기(Kwh)		5,929,426,392	-	1.48236E+13	62,053,063.0	30.95	0.3095
부문별EF		-	-	-	-	-	0.9976

<표 5.1-10> 2002년 에너지부문 전라북도 EF지수

구분		화석연료 소비량	리터로 환산	Kcal로 환산	Giga Joul로 환산	소비량/1인 (giga joul/cap)	항목별EF (ha/cap)
산정식		a	b=a*158.988 프로판(b)=a*80.78 부탄(b)=a*92.9	c=b*단위발열량	d=c*단위환산계수	e=d/인구	f=e/100
석유제품 (Bbl)	휘발유	2,556,300	406,421,024.4	3.37329E+12	14,120,978.5	7.20	0.0720
	등유	3,207,000	509,874,516.0	4.43591E+12	18,569,195.6	9.47	0.0947
	경유	7,454,400	1,185,160,147.2	1.09035E+13	45,643,127.9	23.27	0.2327
	벙커-A	77,600	12,337,468.8	1.15972E+11	485,472.3	0.25	0.0025
	벙커-B	5,600	890,332.8	8,636,228,160	36,152.2	0.02	0.0002
	벙커-C	5,860,500	931,749,174.0	9.22432E+12	38,613,995.7	19.69	0.1969
	제트-A	293,600	46,678,876.8	4.06106E+11	1,700,004.9	0.87	0.0087
	JP-4	-	-	-	-	-	-
	프로판	1,736,700	140,290,626.0	1.68349E+12	7,047,262.2	3.59	0.0359
	부탄	1,631,800	151,594,220.0	1.78881E+12	7,488,161.2	3.82	0.0382
도시가스(㎥)		286,244,000	-	3.00556E+12	12,581,610.1	6.41	0.0641
무연탄(kg)		44,000,000	-	1.98E+11	828,849.6	0.42	0.0042
전기(Kwh)		12,020,589,929	-	3.00515E+13	125,798,749.2	64.13	0.6413
부문별EF		-	-	-	-	-	1.3913

<표 5.1-11> 1994~2003 에너지부분 전라북도 EF지수

구분	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
EF지수	0.9976	1.1443	1.5499	1.2294	1.0185	1.1690	-	-	1.3913

(5) 부문별비교

전라북도의 음식부문, 건조환경부문, 산림부문 그리고 에너지부문의 증가를 비교해 보면 <표 5.1-12>와 같이 2002년 기준 에너지 부문에서 필요로 하는 토지의 양이 가장 많고 그 다음으로 음식, 삼림 그리고 건조환경부문의 순이었다.

에너지 부문에서 필요로 한 토지의 양이 많은 것은 생활수준 향상에 따른 각종 전기나 도시가스 및 화석연료의 수요가 증가하였기 때문인 것으로 판단된다.

<표 5.1-12> 1994~2003 전라북도의 EF변화

구분	음식	건조환경	삼림	에너지	총EF
1994	0.902	0.023	1.038	0.998	2.960
1995	0.975	0.024	1.189	1.144	3.332
1996	1.010	0.024	1.033	1.550	3.617
1997	1.036	0.025	1.163	1.229	3.453
1998	0.980	0.026	0.503	1.019	2.527
1999	1.048	0.026	0.626	1.169	2.869
2000	1.104	0.027	-	-	-
2001	1.116	0.027	0.751	-	-
2002	1.145	0.028	0.758	1.391	3.323
2003	1.112	0.029	0.650	-	-

EF지수에 의해 전라북도 환경용량을 평가해 볼 수 있는데 1994년 전라북도 도민 1인당 토지면적은 0.4011ha였다. 이때 소비수준을 나타내는 EF지수는 2.960ha로서 전라북도 도민 1인당 토지소비는 자연조건으로 주어진 토지면적 보다 약 2.559ha를 더 초과하여 이루어지고 있음을 알 수 있다. 2002년의 경우 역시 1인당 토지면적은 0.4104ha, EF지수 3.323ha로 2.912ha를 더 초과하여 토지소비가 이루어지고 있었다.

<표 5.1-13> 전라북도 1인당 초과 소비규모

구분	인구 (명)	면적 (ha)	1인당 토지면적 (ha/인)	1인당 EF지수 (ha/인)	초과소비규모 (ha/인)
산정식	a	b	c=b/a	d	e=d-c
1994	2,004,944	804,177	0.4011	2.960	2.559
1995	2,009,651	805,803	0.4010	3.332	2.931
1996	2,009,148	804,666	0.4005	3.617	3.217
1997	2,007,379	804,707	0.4009	3.453	3.052
1998	2,014,561	804,754	0.3995	2.527	2.128
1999	2,015,531	804,850	0.3993	2.869	2.470
2000	2,006,500	805,007	0.4012	-	-
2001	2,013,923	805,077	0.3998	-	-
2002	1,961,572	805,094	0.4104	3.323	2.912
2003	1,962,867	805,065	0.4101	-	-

생태적자 개념을 활용하여 전라북도 환경용량을 평가해 보면 전라북도의 총면적은 1994년 804,177ha, 2002년 805,094ha이며 이 중에서 생태적으로 생산적인 토지면적은 1994년 702,035ha, 2002년 690,477ha이었다. 여기에서 사용한 생태적으로 생산적인 토지면적(EPL:Ecologically Productive Land)은 리즈가 적용한 전, 답, 과수원, 목장용지, 임야를 총계한 값을 사용하였다.

<표 5.1-14> 전라북도의 EF지수와 생태적자

구분	1인당 토지면적	EPL	1인당EPL	EF	생태적자		필요면적배수
단위	(ha/인)	(ha)	(ha/인)	(ha/인)	ha/인	%	배
산정식	a	b	c=b/인구	d	e=d-c	(d-c)/c*100	f=인구*d/총면적
1994	0.4011	702,035	0.350	2.960	2.610	745.4	7.38
1995	0.4010	700,780	0.349	3.332	2.983	855.4	8.31
1996	0.4005	699,309	0.348	3.617	3.269	939.2	9.03
1997	0.4009	697,544	0.347	3.453	3.106	893.7	8.61
1998	0.3995	695,392	0.345	2.527	2.182	632.1	6.33
1999	0.3993	693,958	0.344	2.869	2.525	733.4	7.19
2000	0.4012	693,040	0.345	-	-	-	-
2001	0.3998	691,956	0.344	-	-	-	-
2002	0.4104	690,477	0.352	3.323	2.971	843.9	8.10
2003	0.4101	689,570	0.351	-	-	-	-

(6) 전라북도와 타 도시의 EF지수 비교

EF지수를 이용하여 환경용량평가에 관한 연구를 한 지역은 청주시, 울산시, 서울시로 전라북도의 EF지수와 비교한 결과는 <표 5.1-15>와 같다. 청주시의 EF지수(1999년 EF 1.9010)보다는 높고 울산(1999년 EF 4.049)과 서울(1997년 EF 4.32)보다는 낮은 것으로 나타났으나 타지역에 비해 상대적으로 낮은 생태적자와 면적배수를 나타내고 있었다. 다른 지역에 비해 소비수준이 절대규모에 있어 낮다는 의미는 토지의 산출율과 1인당 소비량과의 함수관계에 의해서 결정되기 때문에 전라북도가 자연산출율(단위생산량)에 비해 상대적으로 적게 소비하고 있으며 다른 지역에 비해 생태적으로 생산성이 높은 토지를 많이 보유하고 있음을 의미한다.

<표 5.1-15> 전라북도와 다른 지역의 EF지수 비교

구분	인구	면적	1인당EPL	EF	생태적자	면적배수
단위	명	ha	ha/인	ha/인	%	배
전라북도(1994)	2,004,944	804,177	0.350	2.960	745.4	7.38
전라북도(2002)	1,961,572	805,094	0.352	3.323	843.9	8.10
청주시(1989)	453,470	11,901	0.0185	1.7305	6,960.46	51
청주시(1999)	570,622	15,332	0.0175	1.9010	10,774.90	71
울산시(1994)	946,375	-	0.012	4.617	38,375	-
울산시(1999)	1,027,280	-	0.085	4.049	4,665	-
서울시(1987)	9,991,089	60,540	0.00229	3.66	159,769	604
서울시(1997)	10,389,057	60,552	0.00187	4.32	230,959	742

2. 시·군별 생태적 발자국 지수 분석

1) 생태적 발자국 지수 산정

시군별 생태적 발자국 지수(Ecological Footprint : EF) 산정의 공간적 범위는 전라북도 행정구역내로 한정하였으며 분석연도는 1994년부터 2003년 까지 10년간으로 하였으나, 에너지 부문의 경우 기초 데이터 확보가 어려워 1999년 부터 2003년 까지 5년간으로 한정하였다. EF지수의 산정을 위한 소비범주는 음식, 건조환경, 산림, 에너지 등 4개 부분으로 하였으며 EF지수 산정의 구성항목은 <표 5.1-16 >과 같다.

<표 5.1-16> EF지수 산정의 구성항목

추정부문	구성항목
음 식	미곡, 맥류, 서류, 잡곡, 두류, 채소, 과실, 특용작물, 축산물, 유제품
건조환경	대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 제방, 수도용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 묘지, 잡종지
산 림	산림
에 너 지	휘발유, 등유, 경유, 방카-A, 방카-B, 방카-C, 제트A-1, JP-4, 프로판, 부탄, 도시가스, 무연탄, 전기

2) 생태적 발자국 지수 적용결과

EF지수분석에서 음식, 건조환경, 산림, 에너지 각각은 세부적인 소비품의 생산을 위해 필요로 하는 토지의 양이다. 즉 EF지수는 1인당 소비되는 토지의 양(ha/인)의 단위를 나타낸다. 각 부문에서 여러 가지 소비품목들이 포함되는데 소비가 많아지면 질수록 필요로 하는 생산적인 토지의 양도 증가하게 된다.

그러나 EF지수는 절대적 지수가 아니라 상대적 지수이다. EF지수가 높은 지역이 낮은 지역보다 절대적인 소비량이 많음을 뜻하는 것이 아니라, 그 지역의 토지 산출율에 비해서 상대적으로 높은 소비수준임을 의미한다. 예를 들면 타지역에 비해서 1인당 소비량이 많은 지역이라 하더라도 그 지역의 산출율이 타 지역에 비해 높다면 그 지역의 EF지수는 오히려 타 지역의 EF지수보다 낮아 질 수 있다.

전라북도내 시군별 네가지 각 부문의 소비를 위해 필요한 토지량의 계산은 다음과 같다.

(1) 음식부문

축산물과 유제품의 경우 지자체별로 관련자료를 통계상 확보할 수 없어 Rees가 각 나라에 동일하게 적용하고 있는 축산물(소고기, 돼지고기, 닭고기)산출율 33.0kg/ha와 유제품(원유)산출율 502kg/ha를 이용였으며, 1인당 소비량의 경우 년도별 국내평균소비량을 적용하여 산출하였다. 이외의 미곡, 맥류, 서류, 잡곡, 두류, 채소, 과실은 각 시군별 통계연보상에 제시된 자료를 이용하였다. 음식부문의 EF중 가장 큰 비율을 차지하는 항목은 축산물과 유제품으로 2003년 기준 축산물의 경우 약 87%, 유제품의 경우 약 9%의 비중을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 계속적인 소비의 증가로 인해 각 시군의 EF 역시 증가 추세를 나타냈다. 축산물과 유제품을 제외한 항목중 시군의 EF변화에 가장 큰 비중을 차지하는 항목은 미곡류이었으며 EF중 차지하는 비율은 평균 1.6%이었다.

① 시지역

전주시의 경우 1994~1996년까지 통계연보상 채소, 특용작물, 과실류에 대한 기초통계자료가 제시되어 있지 않아 전항목에 대한 10년간 비교가 불가능하였다. EF산출이 가능한 1997년의 전주시 1인당 음식부문의 EF는 1.029ha, 2003년은 1.113ha이었다. 이는 전주시 시민 1사람이 1년간 소비하는 음식물을 만들어 내기 위하여 1997년에는 1.029ha의 토지가 2003년에는 1.113ha의 토지가 필요함을 나타내는 것이다. 1994년과 2003년의 양통계상 제시된 작물중 미곡은 10년간 재배면적과 생산량에 있어 각각 19.2%(-991.0ha), 18.6%(-4,809.0ton/year) 감소하였으며, 맥류는 각각 169.2%(+220.3ha), 174.2%(+622.0ton/year) 증가하였다.

군산시의 경우 1994년에 1인당 0.903ha의 토지가 2003년에 1인당 1.098ha의 토지가 1년간 소비할 수 있는 음식물을 생산하기 위하여 필요한 것으로 나타났으며 10년간 과실류가 가장 두드러진 EF변화를 나타내었다. 과실류의 재배면적과 생산량이 각각 18.7%(+6.2ha), 143.2%(+232.0ton/year)로 산출율(생산량/재배면적)이 소비율에 비해 상대적으로 증가함으로서 EF가 감소하였기 때문이다.

익산시의 경우 1994년에 1인당 0.895ha의 토지가 2003년에 1인당 1.101ha의 토지가 1년간 소비할 수 있는 음식물을 생산하기 위하여 필요한 것으로 나타났으며 잡곡류와

미곡류가 가장 두드러진 EF변화를 나타내었다. 잡곡류의 재배면적과 생산량이 각각 92.8%(-85.5ha), 97.4%(-422.3ton/year)감소하였으며, 미곡류의 재배면적과 생산량이 각각 11.9%(-2,764ha), 18.5%(-22,422ton/year)감소하였다.

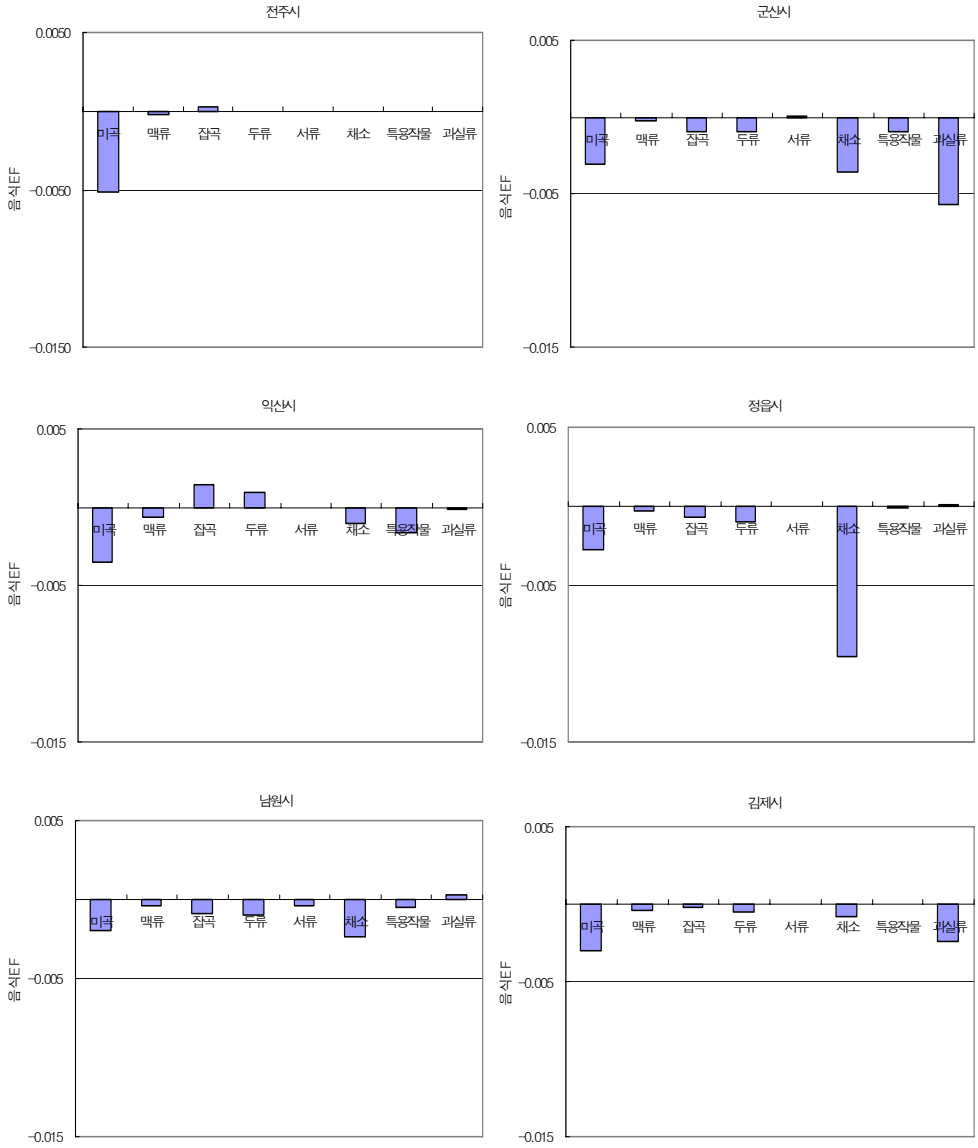
정읍시의 경우 1994년에 1인당 0.906ha의 토지가 2003년에 1인당 1.102ha의 토지가 1년간 소비할 수 있는 음식물을 생산하기 위하여 필요한 것으로 나타났으며 채소류가 가장 두드러진 EF변화를 나타내었다. 채소류 재배면적이 26.1%(-967.4ha)감소한 반면 생산량은 130.3%(+58,099.1ton/year)증가한 것으로 나타났다.

남원시의 경우 전항목에 대해 재배면적과 생산량의 증가가 있었으며 1994년에 1인당 0.904ha의 토지가 2003년에 1.109ha의 토지가 1년간 음식물 소비를 위해 필요한 것으로 나타났다. EF의 가장 두드러진 변화를 나타낸 것은 채소류로 재배면적과 생산량이 각각 343.9%(+1,449.7ha), 456.3%(+56,570.1ton/year)증가한 것으로 나타났다.

김제시의 경우 1994년에 1인당 0.902ha의 토지가 2003년에 1.105ha의 토지가 1년간 음식물 소비를 위해 필요한 것으로 나타났다. EF의 가장 두드러진 변화를 나타낸 것은 미곡류로 재배면적과 생산량이 각각 12.3%(-3,204.0ha), 21.0%(-28,670ton/year)감소한 것으로 나타났다.

<표 5.1-17> 시지역 음식부문 EF지수 변화

구분	전주시	군산시	익산시	정읍시	남원시	김제시
1994	-	0.903	0.895	0.906	0.904	0.902
1995	-	0.970	0.971	0.977	0.974	0.972
1996	-	1.010	1.009	1.016	1.013	1.011
1997	1.029	1.033	1.033	1.036	1.039	1.034
1998	0.975	0.979	0.978	0.985	0.982	0.976
1999	1.047	1.047	1.049	1.049	1.047	1.046
2000	1.117	1.099	1.102	1.107	1.103	1.103
2001	1.131	1.122	-	1.120	1.118	1.114
2002	1.155	1.141	1.143	1.149	1.147	1.144
2003	1.113	1.098	1.101	1.102	1.109	1.105



<그림 5.1-1> 10년간(1993년, 2004년) 시지역 음식부문 EF지수 변화

② 군지역

완주군의 경우 1994년에 1인당 0.900ha의 토지가 2003년에 1인당 1.103ha의 토지가 1년간 소비할 수 있는 음식물을 생산하기 위하여 필요한 것으로 나타났으며 미곡류가 가장 두드러진 EF변화를 나타내었다. 미곡류의 재배면적과 생산량이 각각 33.1%(-3,090ha), 43.7%(-20,899ton/year) 감소한 것으로 나타났다.

진안군의 경우 1994년에 1인당 0.904ha의 토지가 2003년에 1인당 1.112ha의 토지가 1년간 소비할 수 있는 음식물을 생산하기 위하여 필요한 것으로 나타났다. 가장 두드러진 EF변화를 나타낸 것은 채소류로 재배면적과 생산량이 각각 34.8%(-490.4ha), 58.6%(-16,486.6ton/year) 감소한 것으로 나타났다.

무주군의 경우 1994년에 1인당 0.921ha의 토지가 2003년에 1.105ha의 토지가 1년간 음식물 소비를 위해 필요한 것으로 나타났다. EF의 가장 두드러진 변화를 나타낸 것은 두류로 재배면적과 생산량이 각각 92.5%(+343.1ha), 507.3%(+802.1ton/year) 증가한 것으로 나타났다.

장수군의 경우 1994년에 1인당 0.896ha의 토지가 2003년에 1.099ha의 토지가 1년간 음식물 소비를 위해 필요한 것으로 나타났다. EF의 가장 두드러진 변화를 나타낸 것은 미곡류로 재배면적과 생산량이 각각 9.8%(-440.0ha), 9.5%(-2,035.0ton/year) 감소한 것으로 나타났다.

임실군의 경우 1994년에 0.908ha의 토지가 2003년에 1.103ha의 토지가 1년간 음식물 소비를 위해 필요한 것으로 나타났다. EF의 가장 두드러진 변화를 나타낸 것은 미곡류로 재배면적과 생산량이 각각 15.0%(-961.0ha), 3.5%(-1,038.0ton/year) 감소한 것으로 나타났다.

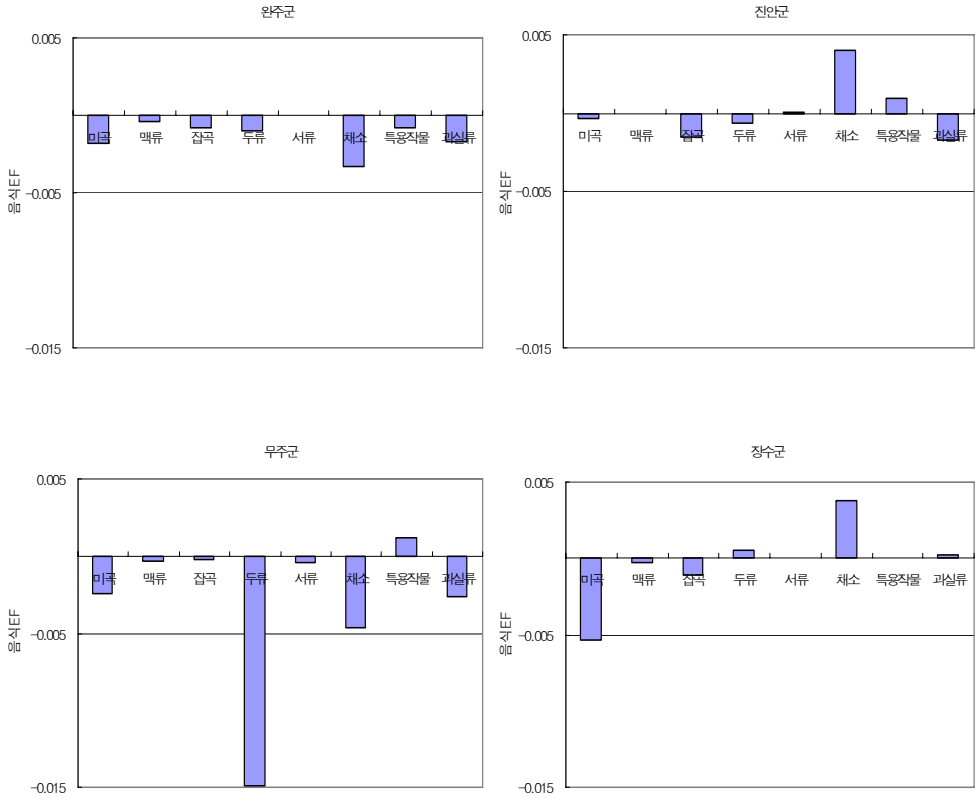
순창군의 경우 1994년에 0.932ha의 토지가 2003년에 1.107ha의 토지가 1년간 음식물 소비를 위해 필요한 것으로 나타났다. EF의 가장 두드러진 변화를 나타낸 것은 미곡류로 재배면적이 6.0%(-447.0ha)감소한 반면, 생산량은 0.25%(92.0ton/year)증가하여 산출률이 타 항목에 비해 증가함으로써 EF가 감소하였기 때문이다.

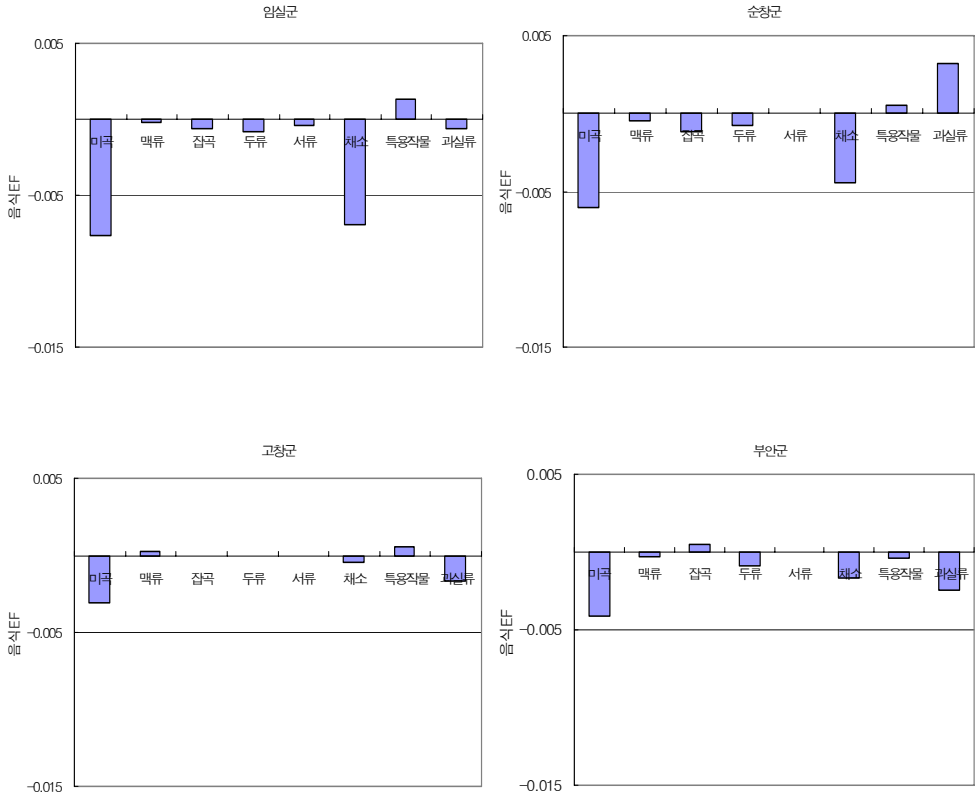
고창군의 경우 1994~1999년까지 통계연보상 잡곡, 두류, 서류에 대한 기초통계자료가 제시되어 있지 않아 전항목에 대한 10년간 비교가 불가능하였다. EF산출이 가능한 2000년의 고창군의 1인당 음식부문의 EF는 1.101ha이었으며, 2003년은 1.102ha이었다. EF의 가장 두드러진 변화를 나타낸 것은 미곡류로 재배면적이 3.8%(554.0ha) 증가한 반면, 생산량은 6.7%(-5,070ton/year) 감소한 것으로 나타났다.

부안군의 경우 1994년에 0.917ha의 토지가 2003년에 1.102의 토지가 1년간 음식물 소비를 위해 필요한 것으로 나타났다. 가장 두드러진 EF의 변화를 나타낸 것은 맥류로 재배면적과 생산량이 각각 27.9%(-674.5ha), 16.8%(-1,247.7ton/year) 감소한 것으로 나타났다.

<표 5.1-18> 군지역 음식부문 EF지수 변화

구분	완주군	진안군	무주군	장수군	임실군	순창군	고창군	부안군
1994	0.900	0.904	0.921	0.896	0.908	0.932	-	0.917
1995	0.980	0.977	0.975	0.968	0.981	0.981	-	0.972
1996	1.014	1.017	1.016	1.009	1.021	1.020	-	1.027
1997	1.037	1.043	1.038	1.033	1.045	1.049	-	1.143
1998	0.977	0.992	0.983	0.979	0.987	0.988	-	0.978
1999	1.048	1.051	1.048	1.046	1.057	1.057	-	1.045
2000	1.107	1.109	1.101	1.103	1.114	1.108	1.101	1.103
2001	1.119	1.129	1.117	1.117	1.131	1.126	1.136	1.118
2002	1.145	1.151	1.143	1.144	1.169	1.150	1.140	1.143
2003	1.103	1.112	1.105	1.099	1.103	1.107	1.102	1.102





<그림 5.1-2> 10년간(1993년, 2004년) 군지역 음식부문 EF지수 변화

(2) 건조환경부문

① 시지역

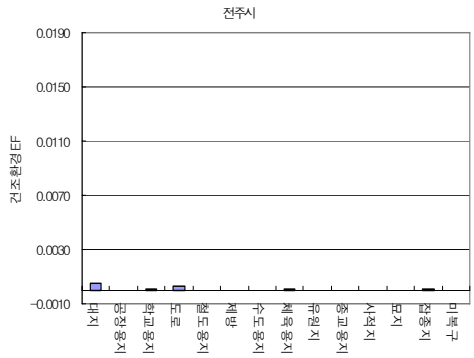
시 지역중 가장 큰 EF지수의 변화를 보인 것은 김제시로 1994년에 1인당 0.032ha의 토지가 필요한 것으로 나타났으며 2003년에는 0.045ha로 나타나 토지의 필요가 증가 한 것으로 나타났다. 가장 낮은 EF지수의 변화를 보인 것은 전주시로 1994년 0.007ha에서, 2003년 0.008ha로 아주 적은 수치의 변화가 있었다.

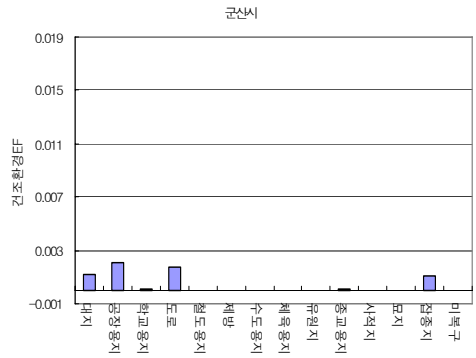
각 시지역의 생태적으로 생산적인 토지와 건조환경부문 토지의 가장 큰 면적변화를 보인 항목을 살펴보면 다음과 같다. 전주시의 경우 답이 10.4%(-569.2ha)감소한 반면 대지가 26.9%(+503.2ha) 증가하였다. 군산시의 경우 답이 3.5%(-522.3ha)감소한 반면 공장용지가 120.5%(+551.0) 증가하였다. 익산시의 경우 전의 감소가 8.2%(-534.4ha) 가장 크게 나타난 반면 도로가 26.1%(+505.1ha) 증가한 것으로 나타났다. 정읍시의 경

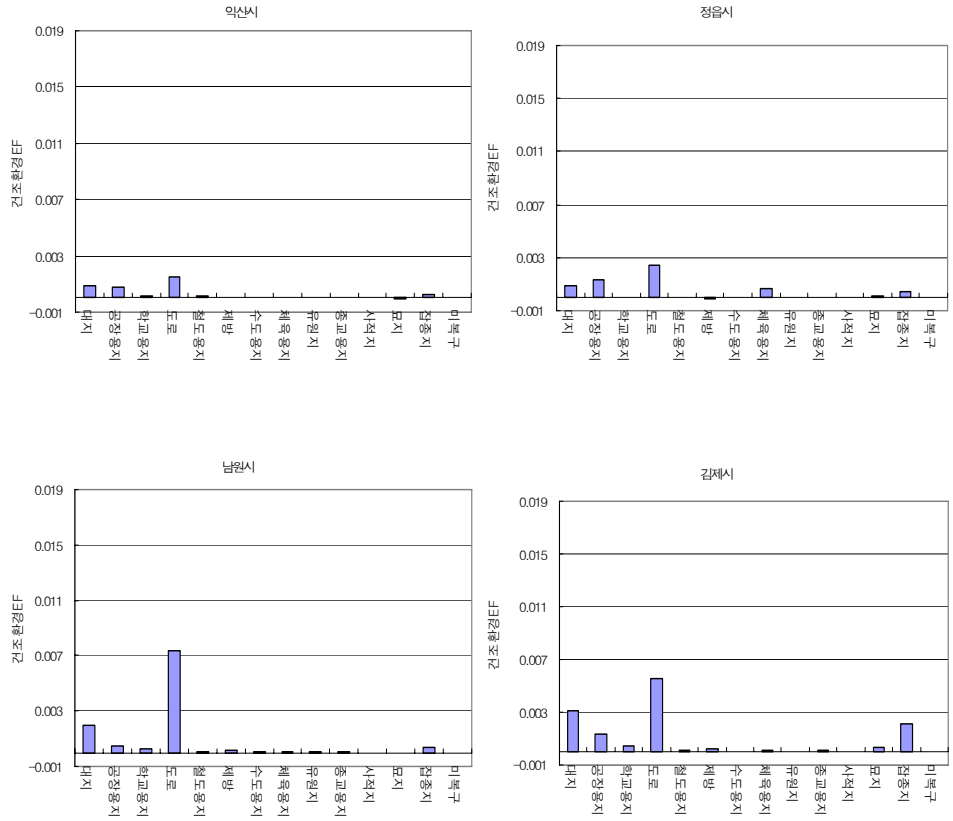
우 전이 7.5%(-612.9ha) 감소한 반면 도로가 20.7%(+421.1ha) 증가하였다. 남원시의 경우 임야가 2.0%(-1,003.3ha) 감소한 반면 도로가 37.1%(+630.8ha) 증가하였다. 김제시의 경우 전이 8.0%(-507.0ha) 감소한 반면 도로가 24.1%(+386.7ha) 증가하였다. 평야지에 위치한 시의 경우 가장 큰 감소가 있었던 생태적으로 생산적인 토지는 대부분 전이나 답 이었으며 산간지역의 경우에는 임야의 감소가 가장 크게 나타났다. 계속적인 인구 증가가 이루어지고 있는 전주시는 대지로의 변화가 두드러지게 나타났으며 그 외 지역은 도로외에 공장용지와 대지로의 변화가 두드러지게 나타났다

<표 5.1-19> 시지역 건조환경부문 EF지수 변화

구분	전주시	군산시	익산시	정읍시	남원시	김제시
1994	0.007	0.018	0.017	0.030	0.034	0.032
1995	0.007	0.020	0.018	0.032	0.035	0.035
1996	0.007	0.020	0.018	0.033	0.036	0.036
1997	0.007	0.020	0.018	0.035	0.038	0.038
1998	0.007	0.021	0.019	0.035	0.039	0.039
1999	0.007	0.021	0.019	0.036	0.041	0.041
2000	0.007	0.022	0.019	0.036	0.042	0.043
2001	0.007	0.023	0.019	0.037	0.043	0.043
2002	0.008	0.023	0.020	0.040	0.045	0.045
2003	0.008	0.024	0.020	0.036	0.045	0.045







<그림 5.1-3> 10년간(1993년, 2004년) 시지역 건조환경부문 EF지수 변화

② 군지역

군 지역중 가장 큰 EF지수의 변화를 보인 것은 진안군으로 1994년에 1인당 0.046ha의 토지가 필요한 것으로 나타났으며 2003년에는 0.076ha로 나타나 토지의 필요가 증가하였다. 가장 낮은 EF지수의 변화를 보인 것은 완주군으로 1994년 0.037ha에서, 2003년 0.047ha로 10년 사이 약 0.01ha의 토지필요가 증가한 것으로 나타났다.

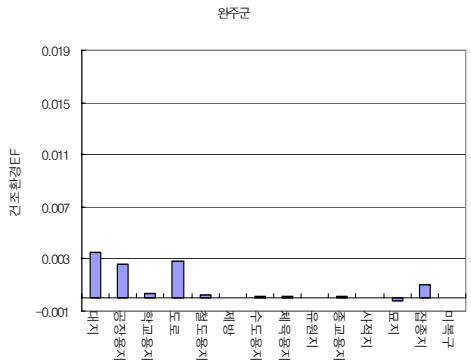
각 군지역의 생태적으로 생산적인 토지와 건조환경부문 토지의 가장 큰 면적변화를 보인 항목을 살펴보면 다음과 같다. 완주군의 경우 답이 4.7%(-448.2ha) 감소한 반면 대지가 29.8%(+278.2ha) 증가하였다. 진안군의 경우 답이 16.4%(-1,179.8ha) 감소한 반면 도로가 18.6%(+196.7ha) 증가하였다. 무주군의 경우 임야가 0.7%(-368.0ha) 감소한 반면 도로가 39.8%(+297.7ha) 증가하였다. 장수군의 경우 임야가 1.3%(-529.0ha) 감소한 반면 도로가 60.6%(+499.7ha) 증가하였다. 임실군의 경우 전이 6.1%(-262.7ha), 임

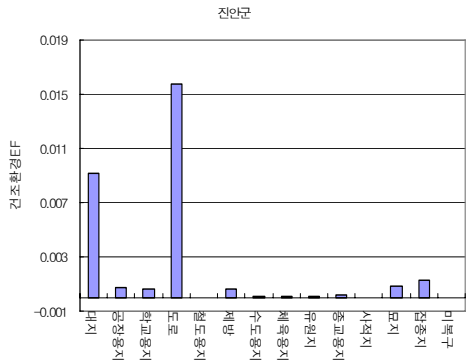
야가 0.7%(-275.7ha) 감소한 반면 도로가 14.5%(+177.5ha) 증가하였다. 순창군의 경우 전이 13.4%(-587.1ha) 감소한 반면 도로가 21.4%(+223.9ha) 증가하였다. 고창군의 경우 임야가 2.7%(-758.1ha), 전이 6.5%(-653.3ha) 감소한 반면 도로가 41.9%(682.7ha) 증가하였다. 부안군의 경우 임야가 2.7%(-575.0ha) 감소한 반면 도로가 22.0%(+289.6ha) 증가하였다.

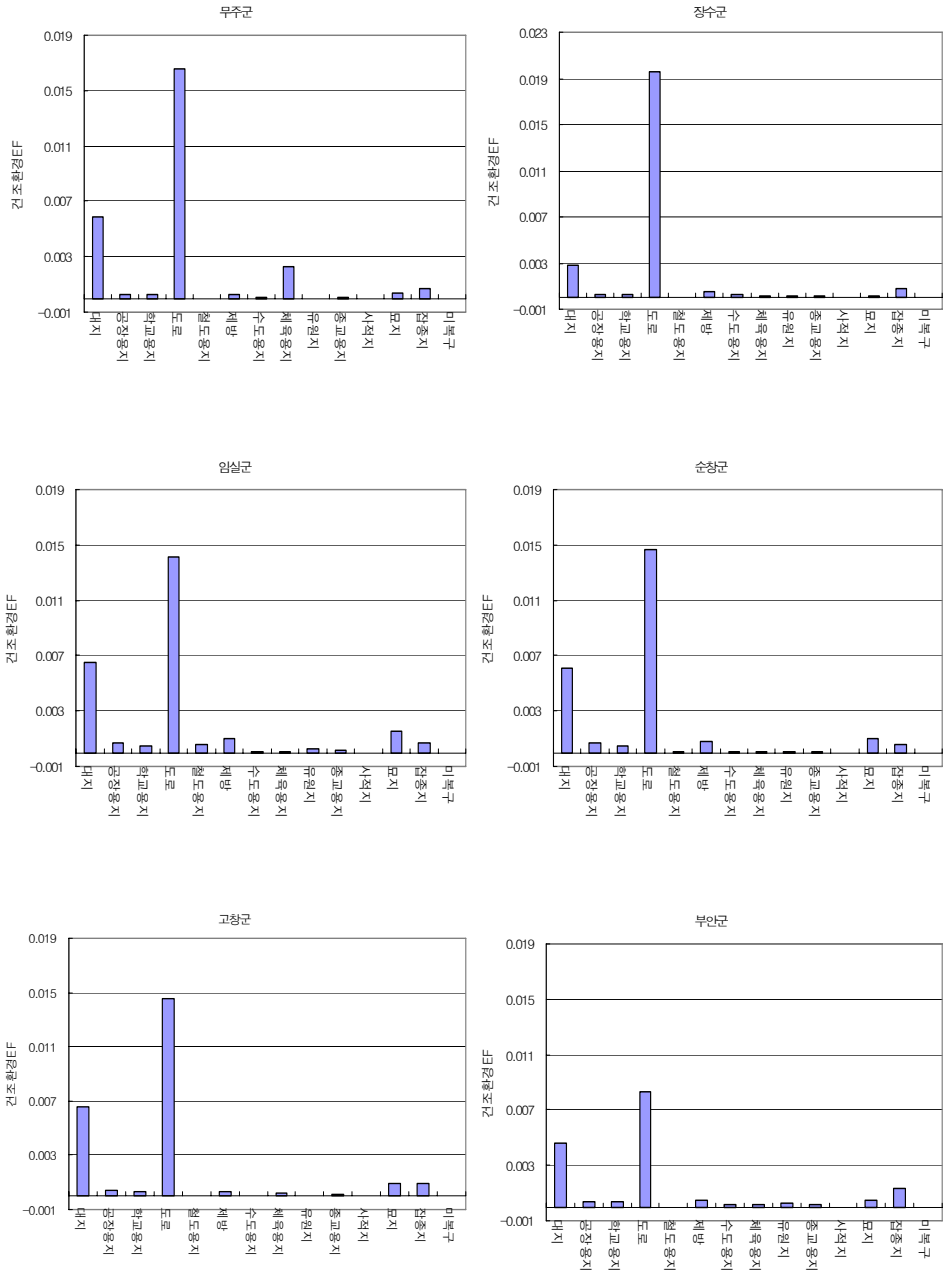
시지역의 특징과 같이 평야지대에 위치한 군의 경우 대부분 답의 감소가 크게 이루어졌으며, 산간지역의 경우 임야의 감소가 크게 나타났다. 감소된 생태적으로 생산적인 토지는 대부분 도로로 변화된 것으로 조사되어 건조환경부문의 EF지수로 전환되었다. 군지역의 경우 건조환경부문중 대지, 공업용지, 도로 등이 꾸준히 증가하고 있는 반면 인구가 지속적으로 감소하고 있어 시지역에 비해 EF지수가 크게 증가한 것으로 나타나고 있다.

<표 5.1-20> 군지역 건조환경부문 EF지수 변화

구분	완주군	진안군	무주군	장수군	임실군	순창군	고창군	부안군
1994	0.037	0.046	0.043	0.046	0.049	0.049	0.041	0.034
1995	0.037	0.049	0.044	0.050	0.050	0.052	0.045	0.035
1996	0.039	0.053	0.046	0.054	0.054	0.055	0.047	0.037
1997	0.039	0.056	0.048	0.058	0.057	0.058	0.051	0.039
1998	0.040	0.059	0.049	0.060	0.059	0.061	0.053	0.040
1999	0.041	0.063	0.048	0.061	0.062	0.063	0.057	0.042
2000	0.042	0.069	0.053	0.062	0.065	0.066	0.059	0.044
2001	0.042	0.067	0.058	0.062	0.066	0.068	0.059	0.044
2002	0.046	0.074	0.065	0.078	0.072	0.072	0.064	0.048
2003	0.047	0.076	0.069	0.071	0.074	0.074	0.066	0.051







<그림 5.1-4> 10년간(1993년, 2004년) 군지역 건조환경부문 EF지수 변화

(3) 산림부문

전라북도와 각 시군의 산림부문의 EF는 생산량과 소비량의 경우 지역별 통계가 없

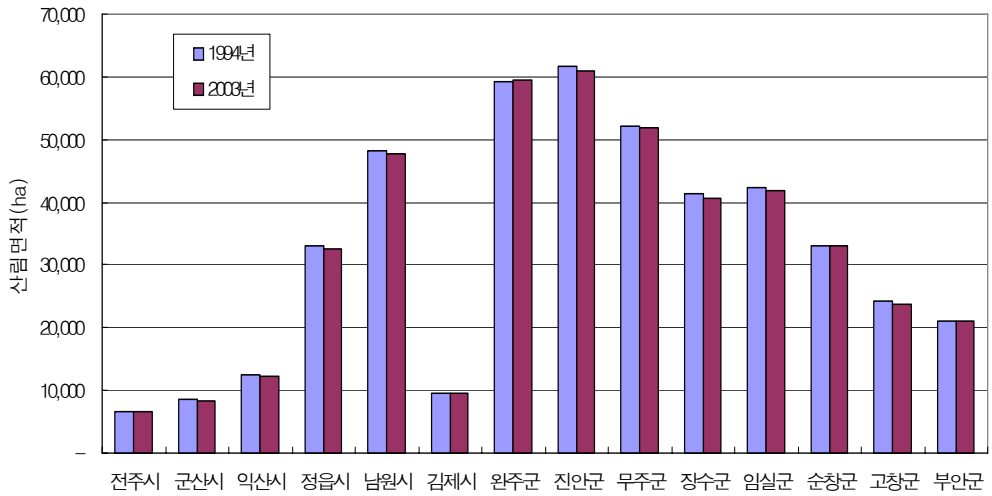
어 전국생산량과 전국소비량을 전국산림면적대비 각 지역별 산림면적 비율과 전국인구대비 각 지역별 인구비율로 산출하였다. 각 시군의 연도별 산림부문 EF산출결과 연도에 따라 지역의 산림면적의 변화가 있었으나 산출결과는 비율에 의해 계산되므로 전라북도의 연도별 산림부문 EF와 동일한 결과가 도출되었다.

따라서, 각 시군의 산림부문은 전라북도의 연도별 EF지수를 동일하게 적용하였다.

<표 5.1-21> 전라북도 시·군별 산림면적(1994년~2003년)

(단위 : ha)

구분	전주시	군산시	익산시	정읍시	남원시	김제시	완주군	진안군	무주군	장수군	임실군	순창군	고창군	부안군
1994	6,640	8,498	12,488	33,014	48,336	9,485	59,257	61,593	52,237	41,377	42,404	33,112	24,112	21,108
1995	6,639	8,529	12,482	33,002	48,319	9,467	59,387	61,502	52,291	41,340	42,326	33,105	24,045	21,105
1996	6,612	8,473	12,476	32,941	48,650	9,458	59,403	61,471	52,258	41,302	42,251	33,096	24,100	21,104
1997	6,602	8,471	12,422	32,797	48,190	9,466	59,458	61,407	52,114	41,214	42,204	33,115	24,061	21,104
1998	6,584	8,463	12,432	32,772	48,146	9,476	59,492	61,379	52,086	41,107	42,072	33,103	24,040	21,088
1999	6,575	8,421	12,405	32,759	48,044	9,485	59,475	61,263	52,047	40,982	42,002	33,098	23,995	21,088
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	6,563	8,379	12,369	32,747	47,968	9,452	59,498	61,162	52,018	40,835	41,914	33,087	23,893	21,068
2002	6,524	8,375	12,345	32,722	47,820	9,442	59,456	61,071	51,984	40,743	41,833	33,089	23,845	21,049
2003	6,511	8,351	12,317	32,668	47,793	9,471	59,429	60,991	51,953	40,712	41,747	33,093	23,834	20,971



<그림 5.1-5> 전라북도 시·군별 산림면적(1994년~2003년)

(4) 에너지부문

광역시·도의 경우 에너지 부문의 사용에 대한 통계자료가 매년 꾸준히 축적이 되고 있어 에너지부문의 EF를 산출하는데 어려움이 없으나 시·군지역의 경우 대부분의 통계자료가 휘발유, 등유, 경유, 벙커-C 정도의 자료수록에 그치고 있어 나머지 항목에 대한 EF지수 산출에 어려움이 있어 항목과 관련한 기관이나 협회를 이용하여 수집 가능한 자료를 활용하였다. 군산시의 경우 자료를 확보할 수 없어 에너지부문에 대한 EF지수를 산출하지 않았다.

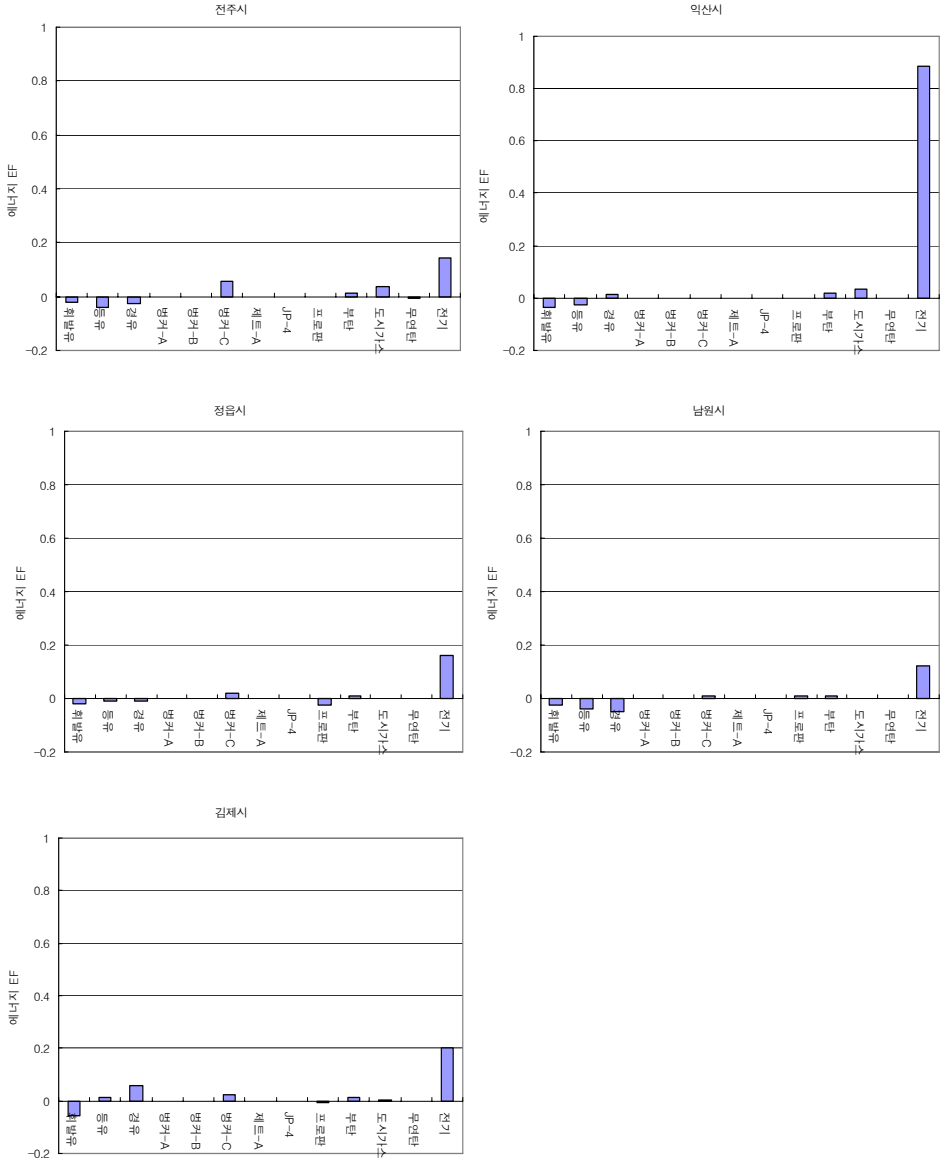
① 시지역

1999년부터 2003년 까지 가장 크게 EF지수가 변화된 시는 김제시로 1999년 1인당 에너지소비를 위해 필요한 토지면적이 0.895ha이었으나 2003년에는 1.147ha로 에너지 소비를 위한 필요 토지량이 0.252ha증가한 것으로 나타났다. 김제시의 EF지수 상승에 가장 큰 영향을 미친 항목은 전기로 4년 사이 53.8%(+191,689천kwh)가 증가하였다.

시지역 대부분이 전기사용량 증가 따른 EF변화가 가장 크게 나타났으며, 전주시와 익산시의 경우 타지역에서는 미사용하고 있는 도시가스 사용량이 EF로 산출에 적용되고 있다.

<표 5.1-22> 시지역 에너지부문 EF지수 변화

구분	전주시	군산시	익산시	정읍시	남원시	김제시
1994	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-
1999	1.177		1.031	0.842	0.826	0.895
2000	1.237	-	1.108	0.887	0.866	0.974
2001	1.338	-	1.803	0.914	0.915	1.051
2002	1.351	-	1.907	1.029	0.888	1.181
2003	1.337	-	1.194	0.967	0.870	1.147



<그림 5.1-6> 10년간(1993년, 2004년) 시지역 에너지부문 EF지수 변화

② 군지역

군지역중 가장 크게 EF지수가 변화된 지역은 무주군으로 1인당 에너지소비를 위해 필요한 토지면적이 1999년 0.757ha에서 2003년 1.253ha로 에너지소비를 위한 필요 토

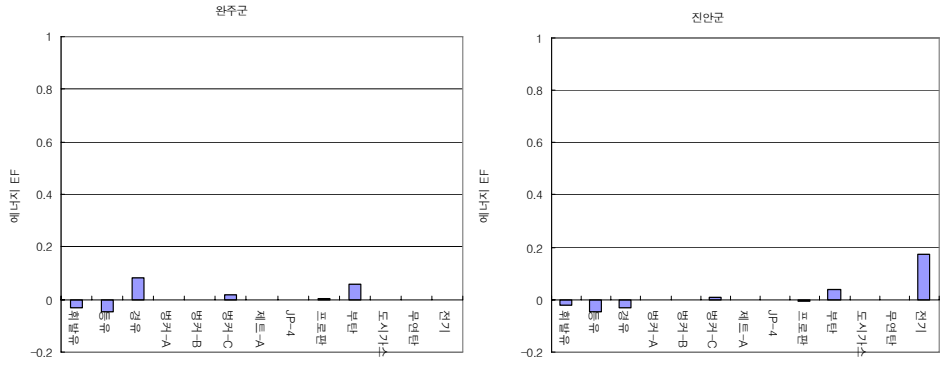
지량이 0.496ha증가한 것으로 나타났다. 무주군의 EF지수 상승에 가장 큰 영향을 미치것은 경유와 전기로 각각 52.9%(+63,000bal), 70.2%(+51,0.36천kwh)가 증가하였다.

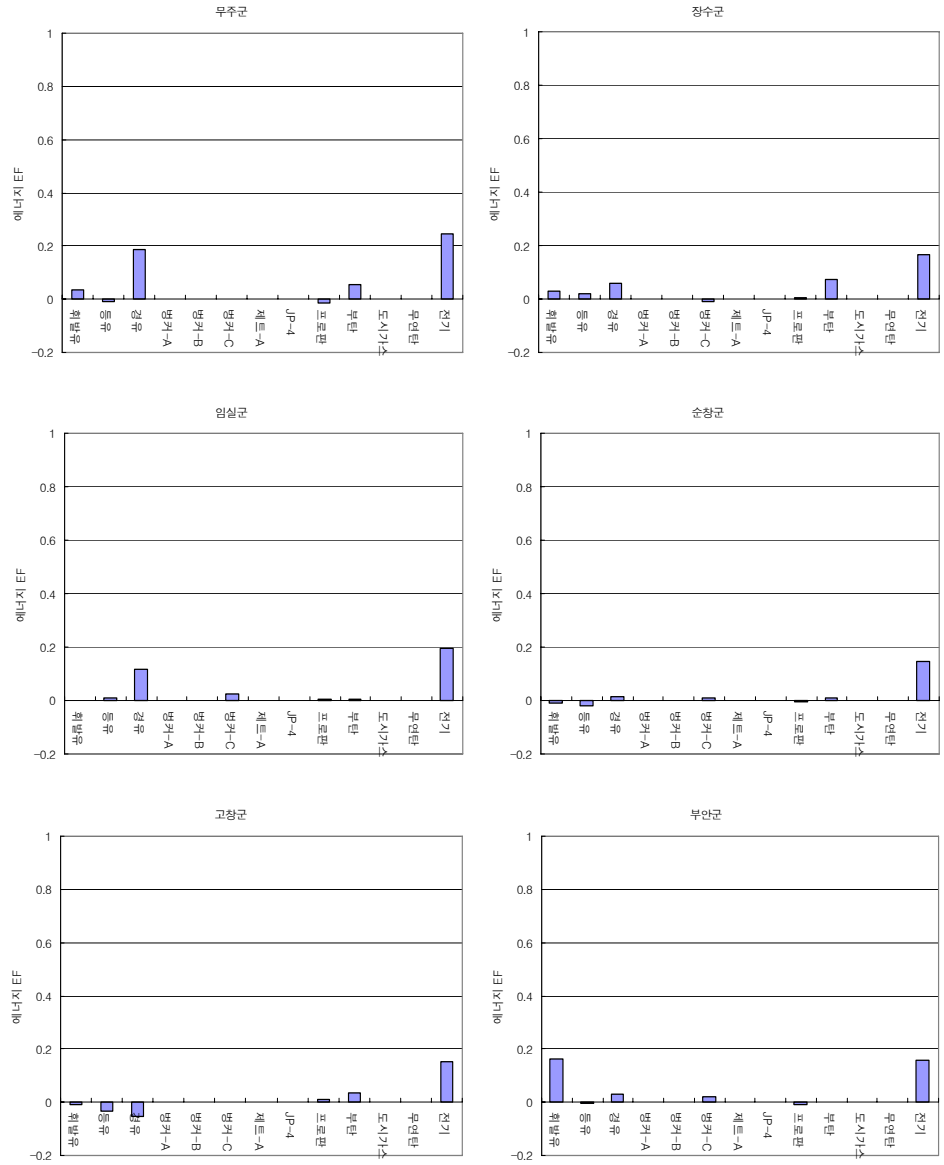
다음으로 임실군과 부안군의 EF지수 변화가 두드러진 것으로 나타났다. 임실군의 경우 전기와 경유 EF변화가 크게 나타났으며 사용량에 있어 각각 57.9%(+90,010kwh), 16.2%(+38,000bal)증가하였다. 부안군의 경우 휘발유와 전기의 EF지수 변화가 크게 나타났으며 각각 181.6%(+187,000bal), 57.4%(86,216천kwh)의 사용량이 증가하였다.

완주군의 경우 전기사용량이 큰 공단을 보유하고 있음에도 불구하고 타지역과 같이 분리되지 못하고 전주시와 통합되어 관리가 이루어지고 있어 지역 상황과 달리 다소 에너지 부문에 대한 EF지수가 적게 산출되었으나 전기사용량에 대한 EF를 고려할 경우 현재 수치보다 상승할 것으로 판단된다.

<표 5.1-23> 군지역 에너지부문 EF지수 변화

구분	완주군	진안군	무주군	장수군	임실군	순창군	고창군	부안군
1994	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	0.685	0.591	0.757	0.520	0.909	0.625	0.721	0.680
2000	0.743	0.655	0.861	0.513	0.996	0.695	0.762	0.779
2001	0.714	0.599	0.853	0.555	1.046	0.687	0.820	0.934
2002	0.815	0.703	1.118	0.977	1.268	0.784	0.952	1.033
2003	0.768	0.708	1.253	0.866	1.266	0.772	0.826	1.037





<그림 5.1-7> 10년간(1993년, 2004년) 군지역 에너지부문 EF지수 변화

(5) 부문별비교

EF지수에 의해 각 시군별 환경용량을 평가해 본 결과 2003년을 기준으로 1인당 가장 많은 토지가 필요한 지역은 전주시로 3.108ha가 필요한 것으로 나타났으며, 가장 적게 토지가 필요한 지역은 진안군으로 2.548ha가 필요한 것으로 나타났다.

전주시의 경우 1인당 토지소비가 자연적으로 주어진 토지면적 보다 3.705ha를 초과하여 이루어지고 있는 반면 진안군의 경우 초과 소비규모가 -0.007ha로 소비규모에 비해 토지면에서 여유가 있는 것으로 나타났다.

<표 5.1-24> 시군별 1인당 총괄 EF지수 변화

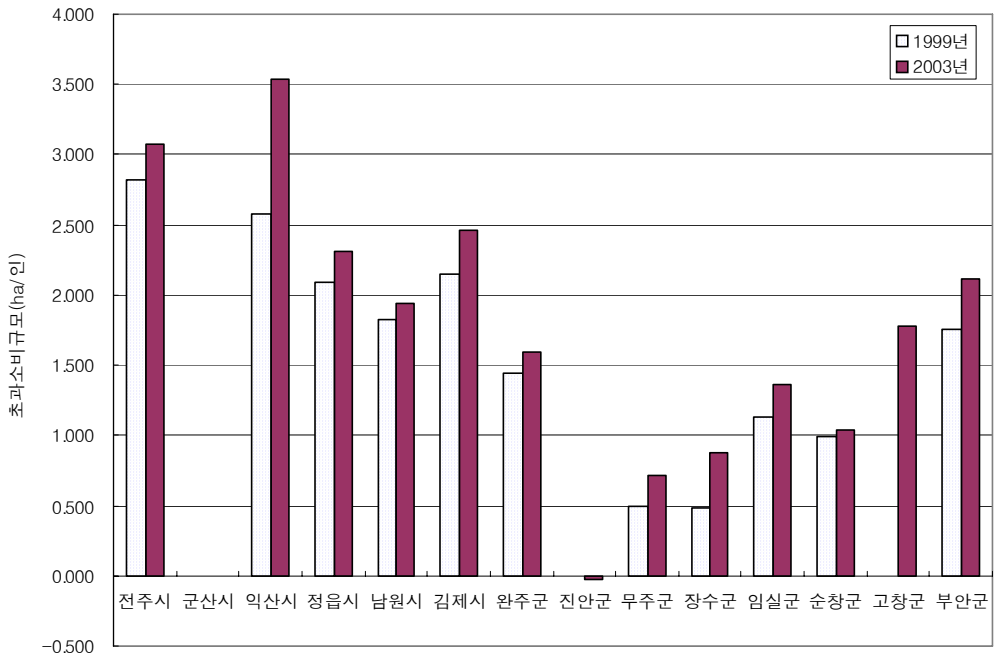
구분	전주시	군산시	익산시	정읍시	남원시	김제시	완주군	진안군	무주군	장수군	임실군	순창군	고창군	부안군
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	2.857	-	2.723	2.553	2.540	2.608	2.399	2.331	2.480	2.253	2.653	2.370	-	2.393
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	3.228	-	2.574	2.822	2.827	2.959	2.626	2.547	2.779	2.485	2.993	2.631	2.767	2.847
2002	3.271	-	3.829	2.976	2.838	3.127	2.760	2.686	3.084	2.958	3.267	2.763	2.914	2.982
2003	3.108	-	2.965	2.755	2.671	2.947	2.566	2.548	3.078	2.690	3.093	2.604	2.643	2.840

<표 5.1-25> 시군별 1인당 초과 소비규모(1999년)

구분	인구수	토지면적	1인당토지면적	EF	초과소비규모
단위	(명)	(ha)	(ha/인)	(ha/인)	(ha/인)
산정식	a	b	c=b/a	d	e=d-c
전주시	611,921	20,624	0.034	2.857	2.823
군산시	-	-	-	-	-
익산시	337,436	50,700	0.150	2.723	2.573
정읍시	151,665	69,259	0.457	2.553	2.096
남원시	104,704	75,285	0.719	2.540	1.821
김제시	118,811	54,531	0.459	2.608	2.149
완주군	85,796	82,095	0.957	2.399	1.442
진안군	33,752	78,900	2.338	2.331	-0.007
무주군	31,813	63,170	1.986	2.480	0.494
장수군	30,207	53,368	1.767	2.253	0.486
임실군	39,327	59,699	1.518	2.653	1.135
순창군	35,860	49,568	1.382	2.370	0.988
고창군	-	-	-	-	-
부안군	77,620	49,281	0.635	2.393	1.758

<표 5.1-26> 시군별 1인당 초과 소비규모(2003년)

구분	인구수	토지면적	1인당토지면적	EF	초과소비규모
단위	(명)	(ha)	(ha/인)	(ha/인)	(ha/인)
산정식	a	b	c=b/a	d	e=d-c
전주시	620,374	20,622	0.033	3.108	3.075
군산시	-	-	-	-	-
익산시	327,536	50,697	0.155	2.965	2.810
정읍시	156,043	69,281	0.444	2.755	2.311
남원시	102,279	75,281	0.736	2.671	1.935
김제시	111,339	54,520	0.490	2.947	2.457
완주군	84,224	82,092	0.975	2.566	1.592
진안군	30,673	78,909	2.573	2.548	-0.025
무주군	26,716	63,184	2.365	3.078	0.713
장수군	29,579	53,365	1.804	2.690	0.886
임실군	34,443	59,715	1.734	3.093	1.360
순창군	31,593	49,570	1.569	2.604	1.035
고창군	69,878	60,682	0.868	2.644	1.775
부안군	68,256	49,328	0.723	2.840	2.118



<그림 5.1-8> 시군별 1인당 초과 소비규모 변화

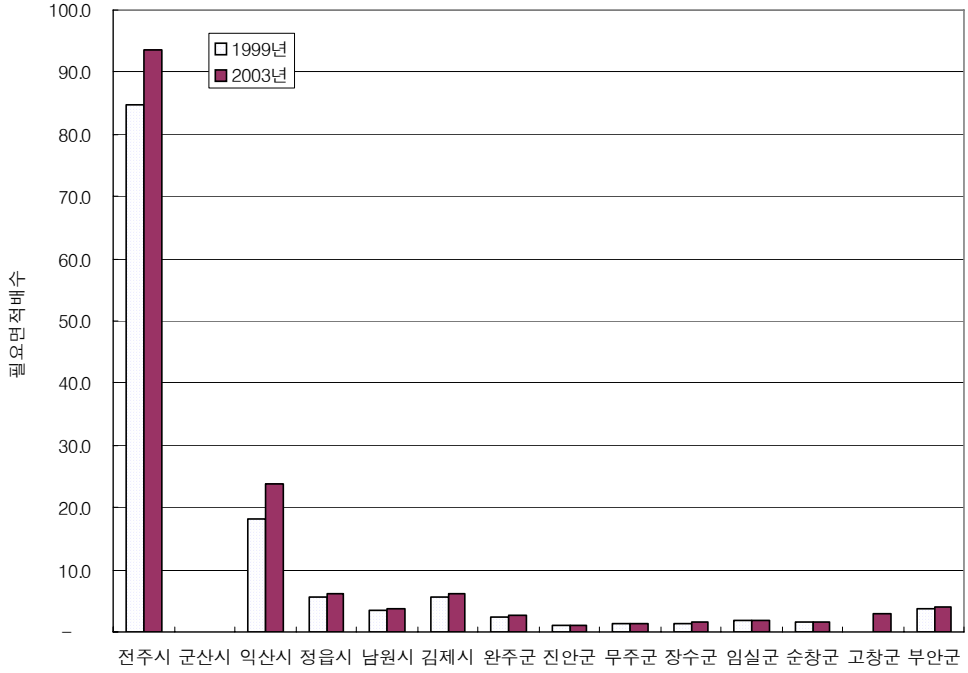
생태적으로 생산적인 토지(EPL)를 가장 많이 보유하고 있는 지역은 진안군으로 1인당 2.187ha이었으며, 가장적은 생산적 토지를 보유한 지역은 전주시로 1인당 0.024ha이었다. 시군 소비규모에 따른 필요면적배수의 경우 가장 많은 인구가 살고있는 전주시가 현재 보유토지 보다 93.5배의 토지가 더 필요한 것으로 나타났으며, 진안군의 경우 1.0배로 현재 소비규모에 적정한 토지규모를 보유하고 있는 것으로 나타났다.

<표 5.1-27> 시군별 1인당 EF지수와 생태적자(1999년)

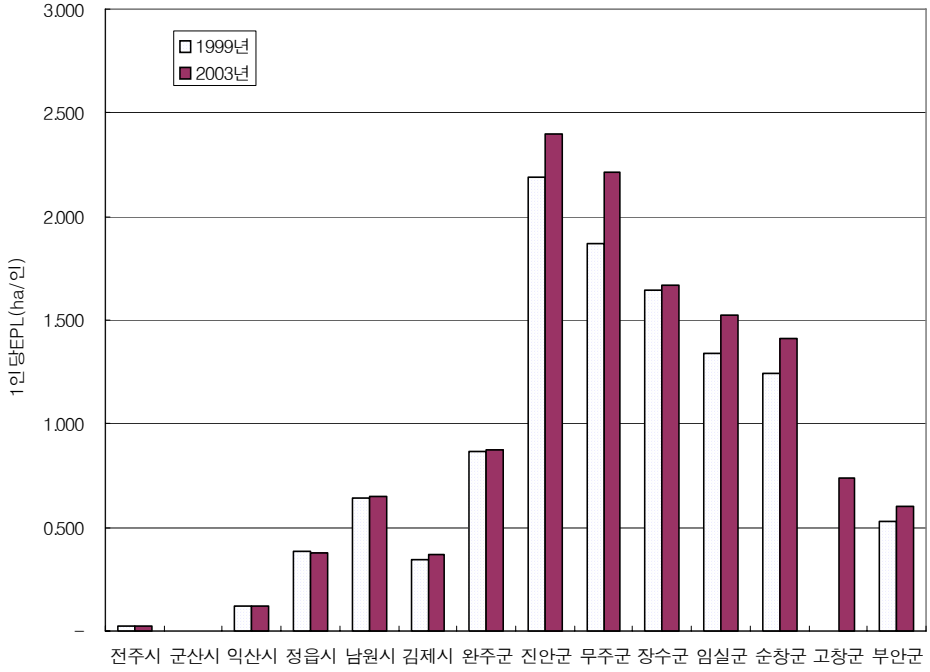
구분	1인당토지면적	EPL	1인당EPL	EF	생태적자		필요면적배수
단위	(ha/인)	(ha)	(ha/인)	(ha/인)	ha/인	%	배
산정식	a	b	c=b/인구	d	e=d-c	(d-c)/c*100	f=인구*d/총면적
전주시	0.034	14,505	0.024	2.857	2.833	11,953.0	84.8
군산시	-	-	-	-	-	-	-
익산시	0.150	39,506	0.117	2.723	2.606	2,226.2	18.1
정읍시	0.457	58,807	0.388	2.553	2.165	558.4	5.6
남원시	0.719	66,913	0.639	2.540	1.901	297.5	3.5
김제시	0.459	41,290	0.348	2.608	2.260	650.4	5.7
완주군	0.957	74,293	0.866	2.399	1.533	177.1	2.5
진안군	2.338	73,805	2.187	2.331	0.144	6.6	1.0
무주군	1.986	59,574	1.873	2.480	0.607	32.4	1.2
장수군	1.767	49,590	1.642	2.253	0.611	37.2	1.3
임실군	1.518	52,784	1.342	2.653	1.311	97.7	1.7
순창군	1.382	44,626	1.244	2.370	1.126	90.5	1.7
고창군	-	-	-	-	-	-	-
부안군	0.635	41,157	0.530	2.393	1.863	351.3	3.8

<표 5.1-28> 시군별 1인당 EF지수와 생태적자(2003년)

구분	1인당토지면적	EPL	1인당EPL	EF	생태적자		필요면적배수
단위	(ha/인)	(ha)	(ha/인)	(ha/인)	ha/인	%	배
산정식	a	b	c=b/인구	d	e=d-c	(d-c)/c*100	f=인구*d/총면적
전주시	0.033	14,193	0.023	3.108	3.086	13,489.8	93.5
군산시	-	-	-	-	-	-	-
익산시	0.155	39,050	0.119	2.965	3.575	2,998.8	19.2
정읍시	0.444	58,565	0.375	2.755	2.380	634.1	6.2
남원시	0.736	66,503	0.650	2.671	2.024	311.3	3.6
김제시	0.490	41,030	0.369	2.947	2.579	699.7	6.0
완주군	0.975	73,743	0.876	2.566	1.693	193.4	2.6
진안군	2.573	73,534	2.397	2.548	0.148	6.2	1.0
무주군	2.365	59,252	2.218	3.078	0.860	38.8	1.3
장수군	1.804	49,320	1.667	2.690	1.018	61.1	1.5
임실군	1.734	52,589	1.527	3.093	1.567	102.6	1.8
순창군	1.569	44,517	1.409	2.604	1.195	84.8	1.7
고창군	0.868	51,529	0.737	2.644	1.906	258.5	3.0
부안군	0.723	40,951	0.600	2.840	2.240	373.4	3.9



<그림 5.1-9> 시군별 필요면적 배수 변화



<그림 5.1-10> 시군별 1인당 생산적토지(EPL)면적 변화

제2절 전라북도 에머지 분석

1. 전라북도의 에머지분석과 환경용량

우리는 사회에서 “지속가능한” 이라는 말을 사회 전 분야에서 자주 사용하는 것을 쉽게 볼 수 있다. 분야별로 지속가능한 이라는 말의 사용이 다를 수 있지만 일반적으로 한 사회가 가지고 있는 내생적인 시스템을 유지하면서 성장을 이루는 것이라 할 수 있다. 이러한 내생적인 시스템은 생태학적인 측면에서 한 경제가 가지고 있는 환경요소들의 구성의 합으로 볼 수 있고 이 요소들이 지속적으로 유지가 될 때 지속가능한 이라는 말을 사용할 수 있다. 이러한 측면에서 한 사회가 가지는 생태적으로 허용할 수 있는 인구의 수가 얼마인가를 질문해 볼 수 있다. 이러한 문제에 대한 답을 얻기 위한 접근방법 중의 하나가 한 경제의 에머지분석이며 이는 에머지 흐름을 분석하여 한 사회의 환경용량의 현 상태를 분석함으로써 가능하다.

본 절에서는 에머지 분석을 이용하여 전라북도가 가지는 환경용량은 얼마나 될 것인가? 전라북도의 지속가능지수는 얼마인가? 등에 대한 답을 구하는 것을 목적으로 한다. 에머지 분석을 시작하기 전에 먼저 에머지 평가에 대한 범위를 정해야 한다. 에머지 평가의 범위는 한 나라, 지역, 호수와 같은 특정한 생태시스템등 다양하다. 전라북도의 에머지 흐름을 파악하기 위해 전라북도의 에머지 평가에 대한 범위는 전라북도라는 행정구역으로 명확히 구분되므로 이를 이용하였다. 다음으로 외부 에너지원을 파악하였다. 전라북도 경제로 유입하는 외부 에너지원은 태양, 바람, 강우, 조석, 파도, 지질작용처럼 재생가능한 에너지와 외부에서 구입한 연료, 광물, 재화와 용역, 정보와 같은 에너지를 포함한다. 이러한 외부 에너지원과 전라북도 내부에서 나오는 석탄, 광물과 같은 재생불가능한 에너지가 서로 작용하여 우리나라의 경제생산이 이루어진다. 시스템 내부의 주요 생산은 크게 연안생태계, 산림, 농업과 같이 자연환경의 역할이 중요한 부분과 인간의 재화와 용역이 중요한 부분으로 구분할 수 있다. 경제활동으로 인한 생산과정은 자연생태계가 생산한 자원, 다른 나라에서 구입한 원료와 서비스를 이용하여 더 고급의 재화와 용역을 만들어내는 산업과 상업으로 이루어져 있다. 이러한 모든 생산 과정들은 사람들이 지원하고 유지한다.

1) 에머지평가표

<표 5.2-1>은 에너지시스템을 분석하여 만든 전라북도 경제의 에머지 평가표이다. <표 5.2-1>은 전라북도 경제의 에머지 흐름을 재생가능한 자원, 국내의 재생가능한 에너지생산, 국내의 재생불가능 자원, 수입, 수출의 5가지로 나누어 평가하고 있다. 이 중 외부에서 유입하는 에머지는 '재생가능한 자원'으로 나타낸 환경에너지와 '수입'에 포함된 재화와 용역이다. 여기에 '국내의 재생불가능한 자원'이 더해져 우리나라 경제를 움직이는 세 가지 기본 자원이 된다.

태양에너지는 <표 5.2-1>에 제시한 7가지 재생가능한 에너지 중에서 에너지 단위로 보았을 때 가장 많은 에너지를 공급하였다. 그러나 각 에너지 자료와 태양에너지 변환도를 곱해 얻은 에머지로 보면 파도가 가장 많은 에머지를 전라북도 경제에 제공하였다. 에너지 단위로 보면 전라북도로 유입하는 태양에너지량이 파도의 에너지량보다 103배 많았지만, 에머지 단위에서는 파도의 기여 정도가 태양에너지의 297배로 나타났다. 이 자료는 서로 다른 에너지가 전라북도 경제에 기여하는 바를 에너지 질을 고려하지 않고 평가한 경우와 고려한 경우사이의 차이를 뚜렷하게 보여준다. 재생가능 에너지는 전라북도의 사회경제활동에 연간 1.08E22 sej의 에머지를 제공하였다. 이 값은 <표 5.2-1>에 나타낸 7가지 재생가능 에머지를 더한 값보다 더 적은데, 이는 중복계산을 피하기 위하여 조석에너지와 파도만 더했기 때문이다. 조석에너지를 뺀 다른 재생가능 에너지는 모두 태양에너지의 작용을 통해 밀접하게 연결되어 있기 때문에 이들을 단순히 더할 경우 중복계산을 피할 수 없다. 여기에서는 중복계산을 피하기 위하여 태양, 바람, 강우(위치, 화학), 파도, 지질작용 중에서 에머지 흐름이 가장 큰 파도에너지만 재생가능 에머지의 합을 구하는데 이용하였다. 조석에너지는 지구와 달, 지구와 태양사이의 인력에 의해 발생하는 에너지이기 때문에 <표 5.2-1>에 있는 다른 재생가능 에너지와 성격이 달라 중복계산에 해당하지 않는다.

전라북도내의 재생가능한 생산'은 수력발전, 농업, 축산업, 어업, 연료목재생산, 임업와 같이 자연환경의 재생가능한 에너지에 주로 의존하는 형태의 생산과정을 의미한다. 이 중 농업, 축산업, 어업이 에머지 측면에서 주요 재생가능한 생산으로 나타났다. 재생불가능한 자원 중에서는 농업생산이 대부분의 에머지를 공급하였다. 이는 전라북도의 주력생산품이 농업에 있어 많은 에너지를 공급하는 것으로 나타났다. 다른 나라에

서 들어오는 에머지는 대부분 연료와 원료물질로 구성되어 있는데, 석유제품의 에머지 흐름이 가장 컸다.

<표 5.2-1>에서 계산한 전라북도 경제의 에머지 흐름을 <표 5.2-2>로 단순화 하였다. 전라북도로 들어오는 에머지 흐름을 외국에서 수입한 연료와 광물(F), 재화와 용역(P2I), 재생가능한 에너지원(R), 우리나라에서 생산한 재생불가능한 에너지원(N)의 4가지로 요약하여 표현할 수 있고 이를 좀 더 단순한 형태로 만들어 외부에서 유입하는 에머지를 전라북도 내부에서 공급된 에머지 흐름(R과 N), 외부에서 구입한 에머지 흐름(F와 P2I), 그리고 수출(P1E) 세 가지로 요약할 수 있다. 주요 에머지 흐름에 대한 평가 결과는 전라북도 경제활동의 일반적 특징을 파악하는데 도움을 준다. 전라북도에서 2003년 동안 사용한 에머지 대부분은 국내에서 생산가능한 에너지와 재생불가능한 에너지원에서 충당하고 있어 무역편향적 성격이 적은 것으로 나타났다. 반면 기존연구에서는 (강대석, 남정호: 2003) 우리나라의 경우 대부분 수입을 통해 들어온 것이어서 우리나라 경제체제가 무역중심임을 설명하고 있다.

<표 5.2-1> 전라북도의 2003년 에머지 흐름

	항 목	원자료	태양에너지 변환도(sej/단위)	태양 에머지 (sej/yr)	Emdollar 2003 Em$
재생가능자원					
1	태양	2.091E+19 J/yr	1	2.09E+19	1.92E+07
2	바람	8.87E+15 J/yr	1,496	1.33E+18	1.22E+06
3	강우(위치에너지)	3.09E+16 J/yr	10,488	3.24E+20	2.98E+08
4	강우(화학에너지)	4.86E+16 J/yr	16,842	8.20E+20	7.53E+08
5	조석	2.54E+17 J/yr	18,199	4.62E+21	4.24E+09
6	파도	2.03E+17 J/yr	30,550	6.20E+21	5.70E+09
7	지질작용	8.05E+15 J/yr	34,377	2.77E+19	2.54E+07
국내의 재생가능 에너지생산					
8	수력	4.68E+14 J/yr	159,000	7.45E+19	6.84E+07
9	농업생산	2.37E+16 J/yr	200,000	4.75E+21	4.36E+09
10	축산업생산	2.69E+12 J/yr	2,000,000	5.39E+18	4.95E+06
11	어업생산	3.01E+14 J/yr	2,000,000	6.02E+20	5.53E+08
12	연료목재생산	2.07E+13 J/yr	34,900	7.21E+17	6.62E+05
13	임업생산	1.12E+15 J/yr	34,900	3.91E+19	3.59E+07
국내의 재생불가능자원					
14	석탄	0 J/yr	40,000	0.00E+00	0.00E+00
15	금속광물	4.15E+08 g/yr	8.55×10^{8}	3.55E+17	3.26E+05
16	산업광물	2.29E+11 g/yr	1.00×10^{9}	2.29E+20	2.10E+08
17	토양	3.78E+15 J/yr	74,000	2.79E+20	2.56E+08
수입					
18	석탄	1.28E+15 J/yr	40,000	5.11E+19	4.69E+00
19	원유	0.00E+00 J/yr	53,000	0.00E+00	0.00E+00
20	석유제품	1.39E+16 J/yr	66,000	9.19E+20	8.44E+08
21	금속광물	5.30E+10 g/yr	1.00×10^{9}	5.30E+19	4.87E+07
22	산업광물	2.72E+09 g/yr	1.00×10^{9}	2.72E+18	2.50E+06
23	천연가스	1.64E+09 J/yr	48,000	7.86E+13	7.22E+01
24	재화와용역	2.04E+09 $/yr	1.24×10^{12}	2.53E+21	2.32E+09
수출					
25	재화와 용역	2.87E+09 $	2.67×10^{12}	7.65E+21	7.03E+09

주: 태양에너지 변환도 자료는 기존의 에머지 평가결과(Odum, 1996)를 이용하였음

<표 5.2-2> 전라북도의 2003년 에머지 흐름 요약

	항목	단위	에머지 흐름
R	재생가능에너지원	sej/yr	1.08E+22
N	도내의 재생불가능한 에너지원	sej/yr	5.08E+20
F	수입한 광물과 연료	sej/yr	9.75E+20
P2I	수입한 재화와 용역	sej/yr	2.53E+21
I	수입금액	$/yr	2.04E+09
E	수출금액	$/yr	2.87E+09
P1E	수출한 재화와 용역	sej/yr	7.65E+21
X	도내총생산	$/yr	1.87E+10
P2	수입품의 에머지-화폐 비율	sej/$	1.35E+11
P1	전라북도의 에머지-화폐 비율	sej/$	1.09E+12

2) 에머지지수

<표 5.2-3>를 이용하여 전라북도 경제의 에머지 지수를 <표 5.2-3>과 같이 제시하였다. 전라북도의 에머지-화폐비율(EMR)은 7.93E+11sej/$로 세계 평균 1.10E+12sej/$ (Brown and Ulgiati, 1999)보다 낮게 나타났다. 일반적으로 선진국의 EMR은 전개발국의 EMR보다 낮은 것으로 나타나 화폐단위당 구매할 수 있는 실질적 부의 크기가 작은 것으로 나타났다. 전라북도 경제가 2003년도에 사용한 총 에머지량은 1.48E+22 sej/yr이다. 이중 전라북도 내부의 에머지원에서 (R과 N)이 공급한 양은 76.4%에 해당하여 대부분의 에메지를 도내에서 충당한 것으로 나타났다. 반면, 전국의 경우 내부의 에메지원에서 공급한 양은 불과 13%에 (강대석, 남정호: 2003) 지나지 않았으며 대부분의 에머지(총에머지 사용량의 87%)가 다른 나라에서 들어왔다.

총에머지 사용량에서 내부의 에머지원이 공급한 비율은 에머지 관점에서 한나라 경제의 자급자족 정도를 나타낸다. 총 에머지 사용량의 76.4%를 내부에서 공급된 전라북도의 경제는 에머지 관점에서는 자립적 경제라고 할 수 있다. 이를 다른 나라와 비교해 보면, 일본과 대만 경제는 연간 에머지 사용량의 31%와 24%를 국내에서 조달하였으며, 미국은 연간 총 에머지 사용량의 77%, 중국은 98%를 자체 조달하였다 (Odum, 1996). 일반적으로 나라의 크기가 클수록 에머지 자급자족률이 높아진다. 전라

북도는 전통적인 농경사회로 농업생산에 대한 태양에머지가 높은 편이라 할 수 있다.

전라북도의 2003년 에머지교환비율은 0.45로 재화와 용역의 수출로 전라북도에서 빠져나간 에머지 양보다 수입을 통해 전라북도로 들어온 에머지량이 적어 에머지 교역 수지가 적자를 기록하였다. Brown and McClanahan(1996)은 수입 에머지가 수출 에머지보다 큰 나라를 소비자 국가, 이와 반대인 나라를 생산자 국가로 구분하였는데, 이 구분에 따르면 전라북도는 생산자 지역에 해당한다. 전라북도 경제의 단위면적당 연간 에머지 사용량은 1.84E+12 sej/㎡/yr로 아주 낮아 Odum(1996)의 구분에 따르면 농촌형 지역에 속하였다. 단위면적당 에머지 사용량은 일반적으로 저개발국가와 면적이 넓은 나라에서 적게 나타난다. 높은 단위면적당 에머지 사용량은 국토는 좁고 인구밀도가 높은 상태에서 많은 양의 에머지를 교역을 통한 수입에 의존하는 우리나라의 상황을 반영하는 것으로 보인다.

<표 5.2-3> 전라북도의 2003년 에머지 지수

항목	연산	값
재생가능 에머지 흐름	R	1.08E+22
국내의 재생불가능한 에머지 흐름	N	5.08E+20
수입한 에머지 흐름	F+P2I	3.50E+21
총 에머지 흐름	R+N+F+P2I	1.48E+22
총 에머지 사용	U=N+R+F+P2I	1.48E+22
수출한 에머지 흐름	P1E	7.65E+21
총 에머지 사용량 중 국내의 에머지원 비율	(N+R)/U	7.64E-01
수입 - 수출	(F+P2I)-P1E	-4.15E+21
수입/수출 에머지 비율	(F+P2I)/P1E	4.58E-01
총 에머지 사용량 중 재생가능 에머지 비율	R/U	7.29E-01
총 에머지 사용량 중 수입된 에머지 비율	(F+P2I)/U	2.36E-01
단위면적당 에머지 사용(8.05E+09m2)	U/(면적)	1.84E+12
일인당 에머지 사용(196만명)	U/(인구수)	7.56E+15
재생가능 에머지에 기초한 인구수용력	(R/U)*(인구수)	1,431,815
선진국수준 발전 가정 인구수용력	8(R/U)*(인구수)	1.15E+07
에머지-화폐 비율(sej/$)	P1=U/GNP	7.93E+11
환경부하비율(ELR)	(N+F+P2I)/R	0.37
에머지산출비율(EYR)	U/(F+P2I)	4.23
지속가능성지수(SI)	EYR/ELR	11.40

일인당 연간 에머지 사용량은 지역이나 국가의 생활수준을 나타내는데, 전라북도 도민 한 사람이 2003년 에 사용한 에머지량은 7.56E+15 sej/person으로 대한민국 국민 1인당 에머지사용량인 2.32E+16 sej/person/yr (강대석, 남정호: 2003)에 비해 32.6% 정도 수준으로 아주 낮은 것으로 나타났다. 이 수준은 1995년 세계 평균인[6] 0.53E+16 sej/person/yr보다 43%정도 높았으며 선진국의 수준과는 차이가 큰 것으로 나타나 국가적으로는 선진국에 접근을 하였으나 전라북도지역은 아직도 중진국 수준에 머물러 있는 것으로 나타났다.

전라북도자연환경이 공급하는 재생가능한 에너지(R)가 수용할 수 있는 인구는 약 143만명으로, 2003년 전라북도 인구 196만명의 73%에 해당하며 전라북도 경제가 선진국 수준으로 발전한다고 가정할 경우 인구수용력은 1,115만명으로 전체 인구의 5.7배에 해당한다. 따라서 전라북도는 현재 자연 환경이 부양할 수 있는 수준을 초과한 상태이나 인구수용능력면에서 많은 여유가 있는 것으로 나타났다.

인간의 사회경제활동이 자연환경에 미치는 영향을 나타내는 환경부하비율은 0.37로 대한민국 전체인 19.65 보다 아주 작은 것으로 나타나 전라북도 경제가 환경에 주는 부하가 작다는 것을 알 수 있다. 에머지 지속가능성지수(ESI)는 11.40으로 아주 높은 것으로 나타났다.

6) Brown and Ulgiati(1999)의 자료를 이용하여 계산한 값임.

제3절 오니시모델을 적용한 전라북도 환경용량 분석

1. 도시성장의 한계와 용량 접근법

오니시(1993)는 도시 지속성을 “환경적 제약범위 내에서 현재와 미래의 모든 사람들에게 일정수준의 생활의 질을 보장하는 것”이라 정의하면서, 도시가 지속적으로 발전하기 위하여 도시성장, 인구, 경제활동, 그리고 도시용량간의 균형이 반드시 이루어져야 한다고 주장하고 있다. 이때 오니시는 도시용량을 “도시내의 모든 활동들이 안락한 수준에서 이루어지는 것”이라 정의하고 있다.

도시는 무한정으로 확장될 수 없으며, 시민들이 도시의 편의시설 및 서비스를 편안하게 즐길수 있는 인구와 경제활동의 한계가 있다는 “도시용량의 한계에 대한 가설”을 기초로 오니시는 동경도의 환경용량을 도시 기반시설 및 서비스의 수요와 공급간의 균형관계로 측정하였다. 이는 시민의 삶의 질을 확보할 수 있는 도시의 기반시설과 서비스 수준을 도시의 환경용량으로 간주한 용량 접근법이라 할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 오니시의 용량접근법을 활용하여 전라북도의 환경용량을 평가하기로 한다.

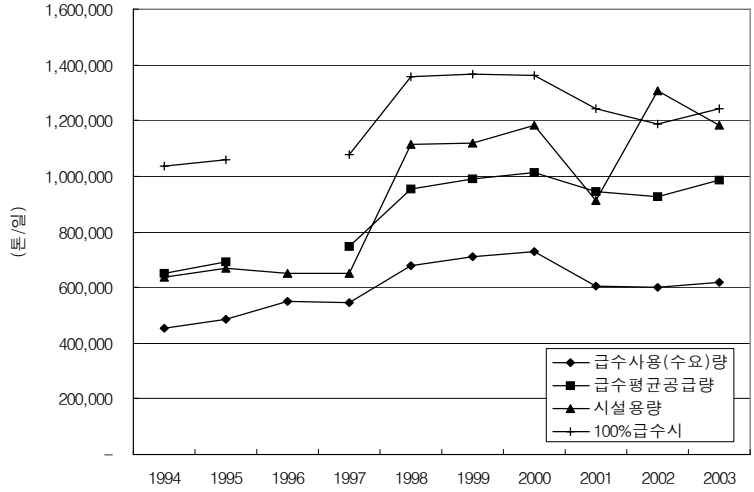
2. 전라북도 도시기반시설 및 서비스 용량분석

1) 수돗물의 공급용량

전라북도의 수돗물 보급률은 1994년 62.8%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 79.4%를 나타내고 있다. 2001년 이후 인구수가 감소하고 있으나 시설용량은 계속적으로 증가하여 전라북도 전체적인 상수시설용량은 급수평균공급량에 비해 16.5%정도의 여유율을 보이고 있다.

<표 5.3-1> 전라북도 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	2,004,944	1,258,818	62.8	455,797	362	651,139	70.0	1,037,081	636,150
1995	2,009,651	1,313,775	65.4	488,144	372	693,386	70.4	1,060,657	669,150
1996	2,009,148	1,349,183	67.2	551,000	408	-	-	-	652,000
1997	2,007,379	1,391,485	69.3	545,377	392	748,117	72.9	1,079,245	653,000
1998	2,014,561	1,417,393	70.4	676,432	477	955,412	70.8	1,357,941	1,115,000
1999	2,015,531	1,458,469	72.4	708,408	486	989,397	71.6	1,367,297	1,119,194
2000	2,006,500	1,493,832	74.4	726,884	487	1,012,374	71.8	1,359,810	1,182,357
2001	2,013,923	1,533,377	76.1	606,429	395	944,593	64.2	1,240,620	-
2002	1,961,572	1,529,660	78.0	600,660	393	926,944	64.8	1,188,675	1,305,887
2003	1,962,867	1,557,689	79.4	619,250	398	986,067	62.8	1,242,557	1,181,020



<그림 5.3-1> 전라북도 수돗물 수요 및 공급 추이

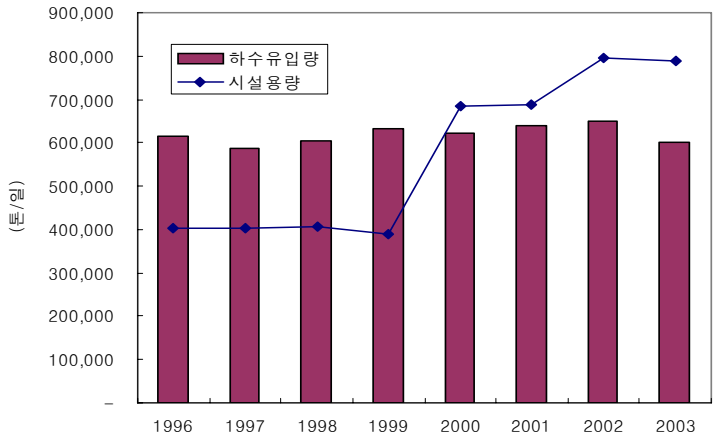
전라북도의 상수시설의 용량이 여유를 보이기 시작한 시기는 1998년으로 이때에 전주시 175,000㎥/일, 군산시 130,000㎥/일, 익산시 45,000㎥/일, 완주 25,000㎥/일, 고창 36,100㎥/일의 시설용량 증설이 있었던 것으로 조사되었다.

2) 하수처리용량

전라북도의 하수처리 시설용량은 하수보급율이 1996년 39.8%에서 2003년 69.0%로 증가됨에 따라 계속적인 증가가 이루어졌으며 현재 800,045톤/일의 처리용량을 보유하고 있다.

<표 5.3-2> 전라북도 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1996	2,009,148	799,400	39.8	615,895	404,487
1997	2,007,379	814,300	40.6	586,749	404,651
1998	2,014,561	840,000	41.7	604,848	405,452
1999	2,015,531	938,810	46.6	631,798	389,857
2000	2,006,500	1,107,810	55.2	621,050	684,046
2001	2,013,923	1,122,000	55.7	640,300	688,647
2002	1,961,572	1,299,500	66.2	648,238	795,045
2003	1,962,867	1,355,000	69.0	601,746	800,045



<그림 5.3-2> 전라북도 하수처리 수요 및 공급 추이

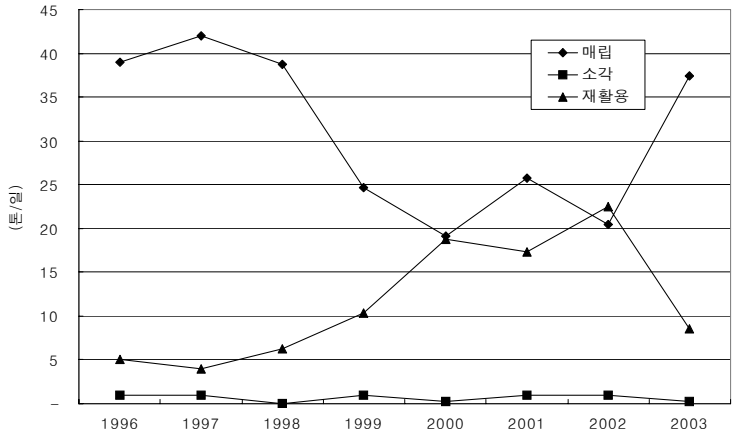
1999년 이전에는 하수처리인구에 비해 시설용량이 부족하여 하수처리가 미흡하였으나 2000년 이후 부터는 하수처리시설의 증설로 하수유입량에 비해 시설용량이 크게 나타나고 있다. 이때 하수종말처리시설이 5개에서 8개로 간이오수처리설이 82개에서 93개로 증설되었으며, 시설용량은 각각 293,600톤/일, 589톤/일이 증설된 것으로 나타났다.

3) 쓰레기 처리용량

전라북도의 쓰레기 처리현황을 살펴보면 <표 5.3-3>와 같다. <그림 5.3-3>에서 알 수 있듯이 매립은 계속적인 감소추세에 있으나, 재활용은 계속적인 증가를 보이고 있어 잔여매립가능량에 따른 매립장사용연한의 증가가 있을 것으로 판단된다.

<표 5.3-3> 전라북도 쓰레기 처리현황

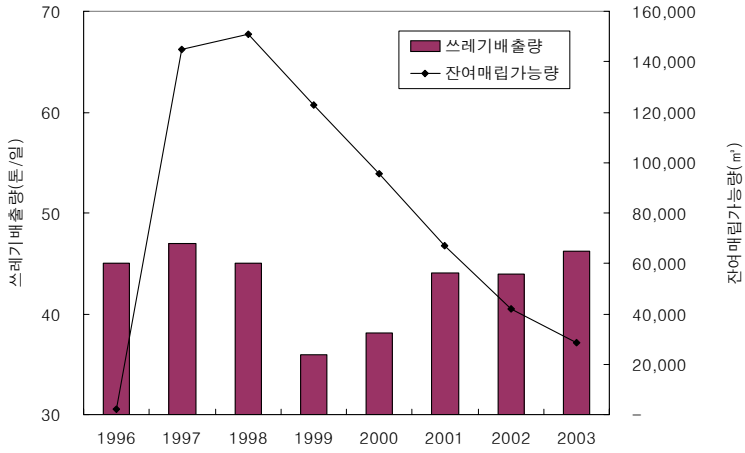
구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)
1996	2,009,148	1,642	1,273	19	350
1997	2,007,379	1,558	1,152	19	387
1998	2,014,561	1,487	1,009	24	454
1999	2,015,531	1,472	981	14	477
2000	2,006,500	1,527	993	7	526
2001	2,013,923	1,576	947	7	622
2002	1,961,572	1,522	906	10	606
2003	1,962,867	1,646	981	20	645



<그림 5.3-3> 전라북도 쓰레기 처리현황

<표 5.3-4> 전라북도 쓰레기 매립현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1996	2,009,148	1,642	3,922,341	1,481,644
1997	2,007,379	1,558	7,997,400	5,278,216
1998	2,014,561	1,487	4,425,869	2,722,743
1999	2,015,531	1,472	6,613,036	4,331,688
2000	2,006,500	1,527	5,889,884	3,595,123
2001	2,013,923	1,576	6,414,052	3,616,604
2002	1,961,572	1,522	6,153,829	2,838,986
2003	1,962,867	1,646	8,317,484	3,980,206



<그림 5.3-4> 전라북도 쓰레기 매립현황

3. 시·군별 도시기반시설 및 서비스 용량분석

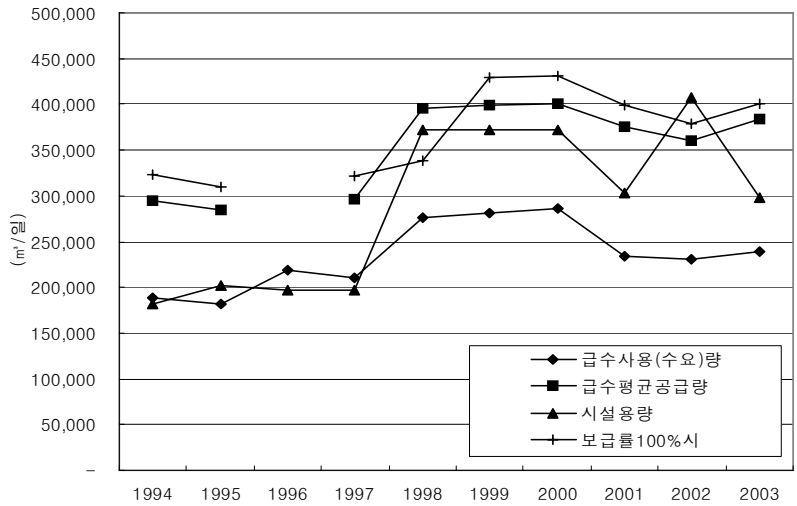
1) 수돗물의 공급용량

(1) 전주시

전주시의 수돗물 보급률은 1994년 91.2%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 95.9%를 나타내고 있으며, 타 시·군에 비해 높은 보급률을 보이고 있다. 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 101,946㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-5> 전주시 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	558,538	509,358	91.2	188,166	369	294,469	63.9	322,901	182,000
1995	570,570	521,388	91.4	181,321	348	283,757	63.9	310,524	202,000
1996	583,230	534,822	91.7	219,000	409	-	-	-	197,000
1997	590,162	543,301	92.1	210,404	387	295,511	71.2	321,000	197,000
1998	600,343	555,425	92.5	276,318	393	396,439	69.7	338,525	372,000
1999	611,921	569,297	93.0	280,748	493	399,357	70.3	429,128	372,300
2000	622,238	579,179	93.1	285,844	494	401,466	71.2	431,313	372,300
2001	623,897	589,381	94.5	233,904	397	376,051	62.2	398,211	302,300
2002	626,069	593,839	94.9	230,179	388	359,655	64.0	379,175	407,300
2003	620,374	595,061	95.9	238,616	401	383,627	62.2	399,946	298,000



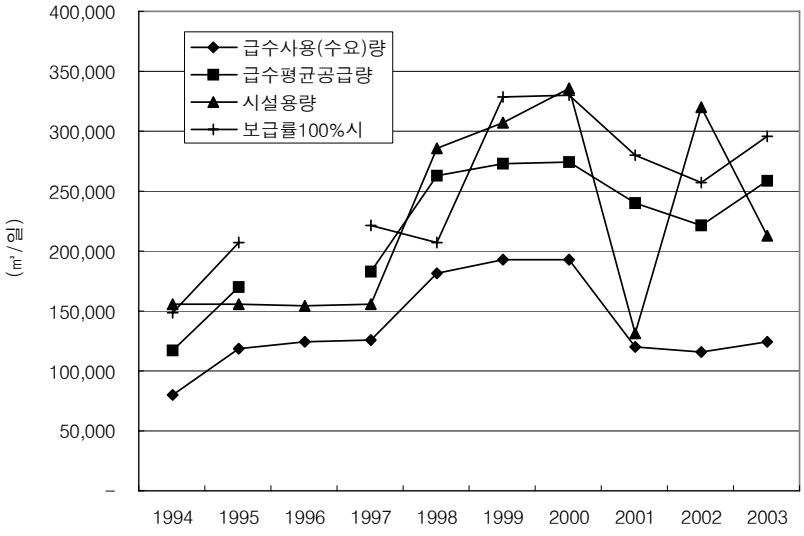
<그림 5.3-5> 전주시 수돗물 수요 및 공급 추이

(2) 군산시

군산시의 수돗물 보급률은 1994년 79.2%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 87.6%를 나타내고 있으며, 시설용량은 2000년에 이후에 불규칙적으로 감소하고 있다. 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 82,656㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-6> 군산시 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	273,121	216,435	79.2	80,026	370	117,512	68.1	148,290	155,300
1995	276,263	226,632	82.0	118,990	525	170,473	69.8	207,805	155,300
1996	278,626	229,867	82.5	125,000	544	-	-	-	155,000
1997	281,437	232,466	82.6	125,978	542	182,313	69.1	220,718	155,300
1998	281,431	233,316	82.9	181,211	507	262,245	69.1	206,549	285,300
1999	280,400	232,730	83.0	192,953	829	272,918	70.7	328,786	307,277
2000	278,577	231,781	83.2	193,285	834	274,553	70.4	329,984	335,440
2001	277,680	237,687	85.6	120,585	507	239,732	50.3	280,069	131,800
2002	273,086	235,037	86.1	115,620	492	221,919	52.1	257,845	320,000
2003	269,865	236,456	87.6	124,430	526	259,229	48.0	295,856	213,200



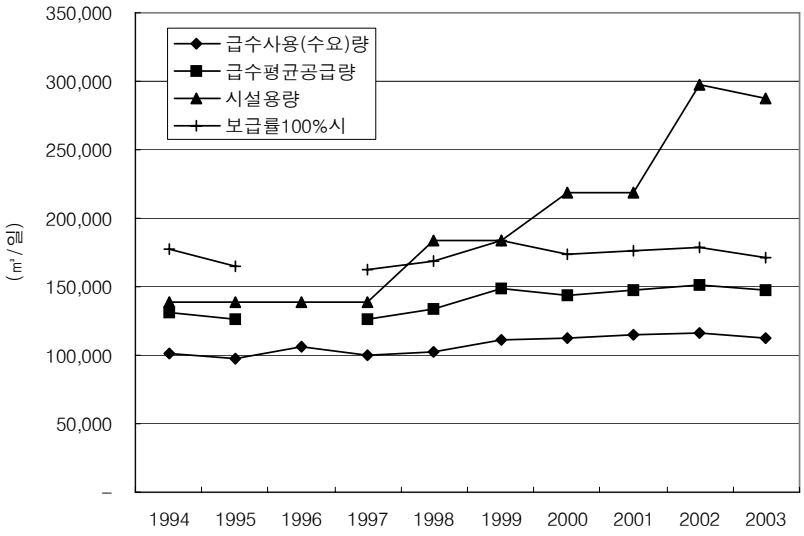
<그림 5.3-6> 군산시 수돗물 수요 및 공급 추이

(3) 익산시

익산시의 수돗물 보급률은 1994년 74.55%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 86.1%를 나타내고 있으며, 시설용량은 2002년까지 지속적으로 증가하다 2003년에 소폭 감소하였다. 1998년 이후 시설용량이 보급률 100%시의 용량을 초과하였으며, 2003년 기준 시설용량은 115,3496㎥㎥/일이 여유용량으로 나타났다.

<표 5.3-7> 익산시 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	324,336	241,617	74.5	101,082	418	131,789	77	176,907	138,800
1995	329,212	251,089	76.3	97,069	387	125,737	77	164,858	138,800
1996	330,010	254,000	77.0	106,000	417	-	-	-	139,000
1997	332,493	257,350	77.4	100,265	390	125,961	80	162,740	138,800
1998	335,677	266,109	79.3	101,932	383	133,769	76	168,740	183,800
1999	337,436	271,981	80.6	111,321	409	148,230	75	183,770	183,800
2000	336,651	277,737	82.5	112,367	405	143,508	78	173,950	218,800
2001	337,240	283,207	84.0	115,464	408	147,464	78	175,727	218,800
2002	332,545	282,332	84.9	115,909	411	151,317	77	178,428	297,800
2003	327,536	281,948	86.1	112,315	398	147,978	76	171,751	287,100



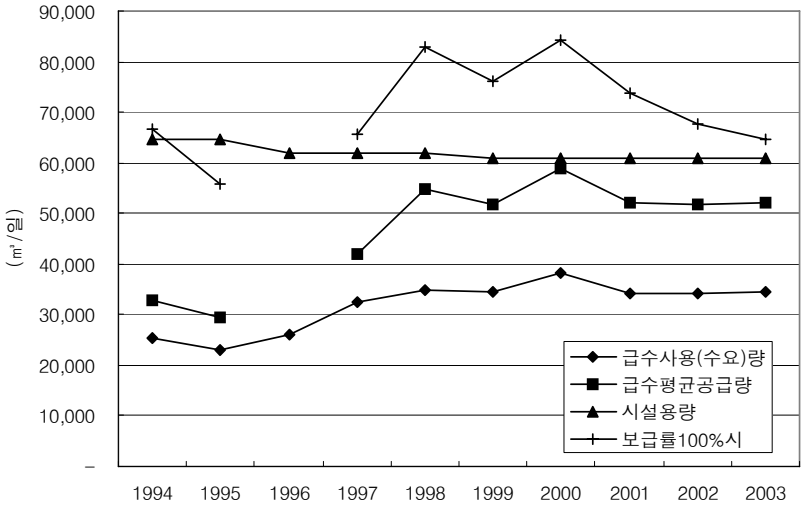
<그림 5.3-7> 익산시 수돗물 수요 및 공급 추이

(4) 정읍시

정읍시의 수돗물 보급률은 1994년 49.3%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 80.6%를 나타내고 있으며, 시설용량은 1994년 이후 지속적으로 감소하고 있다. 시설용량이 보급률 100%시의 용량을 초과한 1995년을 제외하고는 시설용량이 부족하며, 2003년 기준 시설용량은 3,7796㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-8> 정읍시 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	152,609	75,223	49.3	25,312	336	32,788	77	66,518	64,600
1995	151,353	79,762	52.7	22,891	287	29,347	78	55,688	64,600
1996	150,777	85,943	57.0	26,000	303	-	-	-	62,000
1997	150,822	95,923	63.8	32,422	338	41,835	78	65,778	61,900
1998	150,952	99,634	66.0	34,696	348	54,812	63	83,044	61,900
1999	151,665	102,800	67.8	34,658	337	51,728	67	76,285	60,900
2000	152,574	106,700	69.9	38,340	359	58,985	65	84,344	60,900
2001	152,452	107,400	70.4	34,311	319	51,986	66	73,794	60,899
2002	139,876	107,500	76.9	34,246	319	51,888	66	67,515	60,900
2003	156,043	125,771	80.6	34,407	274	52,132	66	64,679	60,900



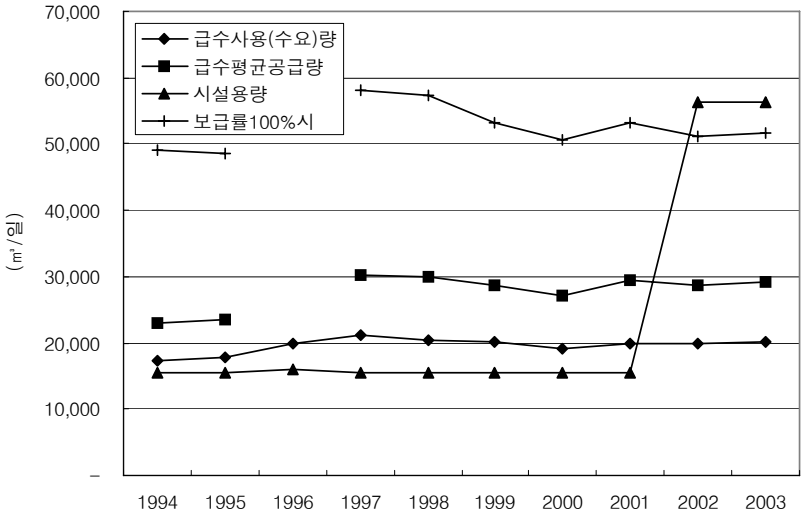
<그림 5.3-8> 정읍시 수돗물 수요 및 공급 추이

(5) 남원시

남원시의 수돗물 보급률은 1994년 47.0%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 56.7%를 나타내고 있으며, 시설용량은 2002년에 2.6배가 증가하여 56,400㎥/일로 나타났으며, 시설용량이 크게 증가한 2002년부터 보급률 100%시 기준을 초과하였으며, 2003년 기준 시설용량은 4,859㎥/일이 여유용량으로 나타났다.

<표 5.3-9> 남원시 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	110,364	51,830	47.0	17,320	334	23,001	75	48,978	15,500
1995	109,224	52,790	48.3	17,736	336	23,523	75	48,669	15,500
1996	108,368	53,695	49.5	20,000	370	-	-	-	16,000
1997	107,323	55,789	52.0	21,136	379	30,151	70	58,003	15,500
1998	106,440	55,496	52.1	20,378	367	29,880	68	57,309	15,500
1999	104,704	56,089	53.8	20,107	358	28,602	70	53,320	15,500
2000	103,783	55,697	53.7	19,107	343	27,102	71	50,501	15,500
2001	104,198	57,419	55.1	19,904	347	29,357	68	53,274	15,500
2002	100,677	56,690	56.3	19,904	351	28,763	69	51,081	56,400
2003	102,279	57,963	56.7	20,271	350	29,209	69	51,541	56,400



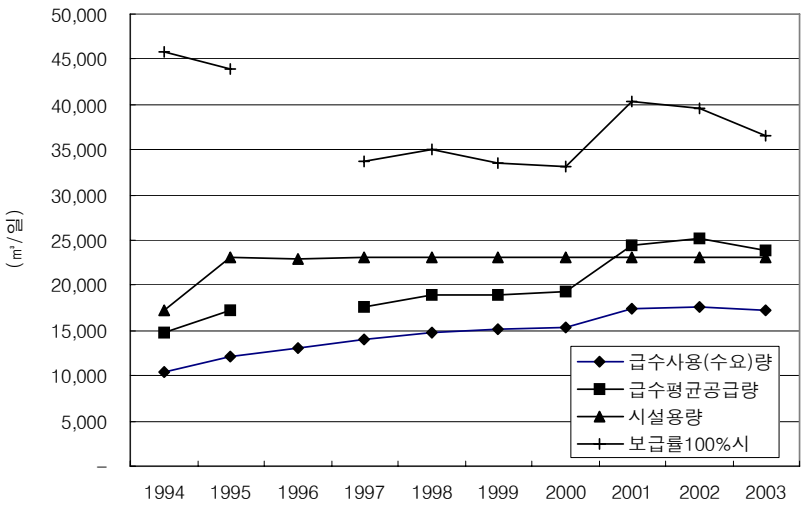
<그림 5.3-9> 남원시 수돗물 수요 및 공급 추이

(6) 김제시

김제시의 수돗물 보급률은 1994년 32.1%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 65.2%를 나타내고 있으며, 시설용량은 1995년 23,200㎥/일 이후 변함이 없으며, 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 13,303㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-10> 김제시 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	130,226	41,750	32.1	10,404	249	14,716	71	45,901	17,200
1995	128,409	50,110	39.0	12,173	243	17,145	71	43,935	23,200
1996	125,755	54,195	43.1	13,000	243	-	-	-	23,000
1997	122,985	64,000	52.0	14,040	219	17,550	80	33,725	23,200
1998	121,875	65,709	53.9	14,723	224	18,876	78	35,010	23,200
1999	118,811	66,815	56.2	15,058	225	18,893	80	33,541	23,200
2000	116,211	67,819	58.4	15,359	226	19,295	80	33,063	23,200
2001	115,683	69,873	60.4	17,343	248	24,392	71	40,385	23,200
2002	111,462	70,913	63.6	17,584	248	25,156	70	39,540	23,200
2003	111,339	72,561	65.2	17,152	236	23,789	72	36,503	23,200



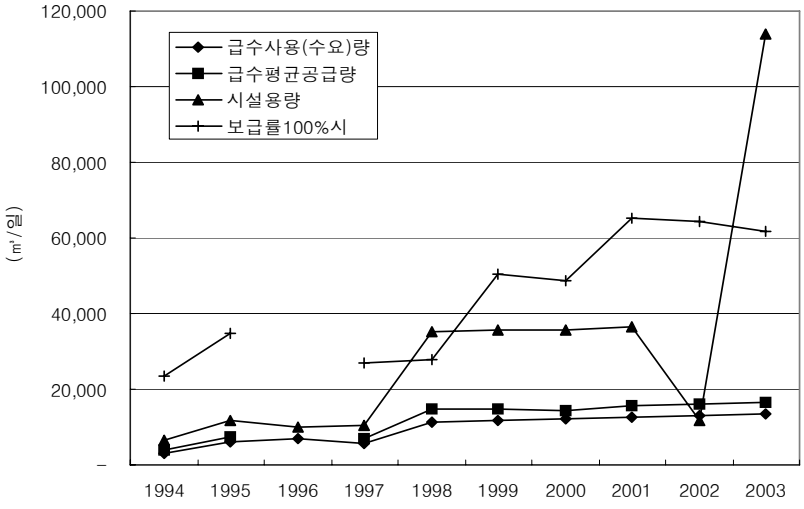
<그림 5.3-10> 김제시 수돗물 수요 및 공급 추이

(7) 완주군

완주군의 수돗물 보급률은 1994년 16.6%에서 불규칙적인 증가추세를 보이다가 2003년에는 27.0%를 나타내고 있으며, 타 시·군에 비해 매우 낮은 보급률을 보이고 있다. 시설용량은 1998년 2.4배가 증가한 이후 2002년 큰 폭으로 감소하였으며, 2004년에는 113.720㎥/일을 보이고 있다. 보급률 100%시 기준으로 2002년까지는 시설용량이 부족하였으나, 2003년 기준 시설용량은 51,963㎥/일이 여유용량으로 나타났다.

<표 5.3-11> 완주군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	85,985	14,265	16.6	2,980	209	3,870	77	23,328	6,720
1995	86,570	18,564	21.4	6,034	325	7,449	81	34,739	11,720
1996	85,525	21,446	25.1	7,000	323	-	-	-	10,000
1997	86,321	22,768	26.4	5,650	248	7,089	80	26,877	10,220
1998	86,381	24,871	28.8	11,394	248	14,778	77	27,794	35,220
1999	85,796	25,200	29.4	11,890	472	14,825	80	50,493	35,787
2000	84,327	25,142	29.8	12,339	491	14,482	85	48,574	35,787
2001	87,081	20,901	24.0	12,704	608	15,607	81	65,043	36,720
2002	84,937	21,085	24.8	12,961	615	15,923	81	64,172	11,787
2003	84,224	22,768	27.0	13,459	591	16,699	81	61,757	113,720



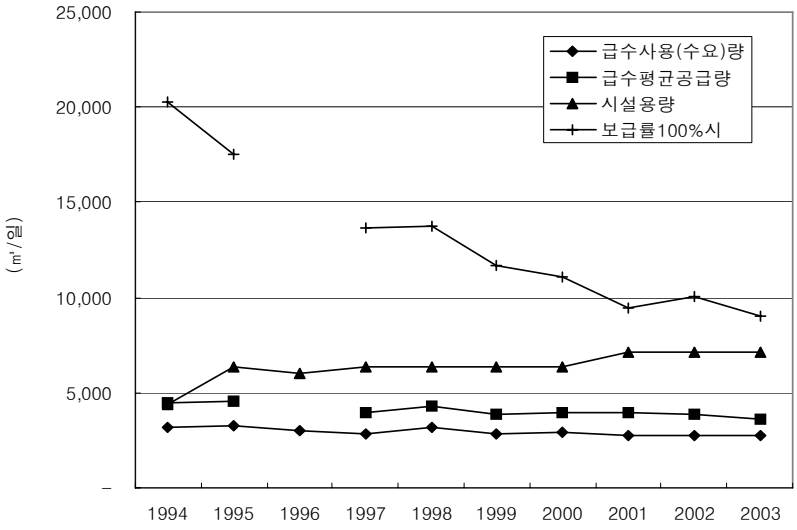
<그림 5.3-11> 완주군 수돗물 수요 및 공급 추이

(8) 진안군

완주군의 수돗물 보급률은 1994년 21.9%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 40.1%를 나타내고 있으며, 시설용량 또한 지속적으로 증가하여 2004년에는 7,150㎥/일을 보이고 있다. 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 1,905㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-12> 진안군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	42,164	9,223	21.9	3,174	344	4,427	72	20,238	4,400
1995	40,125	10,493	26.2	3,282	313	4,590	72	17,553	6,400
1996	38,125	10,246	26.9	3,000	320	-	-	-	6,000
1997	36,027	10,350	28.7	2,827	273	3,926	72	13,667	6,400
1998	34,704	10,919	31.5	3,145	288	4,332	73	13,768	6,400
1999	33,752	11,091	32.9	2,800	252	3,851	73	11,699	6,400
2000	31,359	11,186	35.7	2,887	258	3,955	73	11,087	6,400
2001	32,750	13,762	42.0	2,781	202	3,973	70	9,454	7,150
2002	30,543	11,737	38.4	2,740	233	3,854	71	10,028	7,150
2003	30,673	12,302	40.1	2,742	223	3,632	76	9,055	7,150



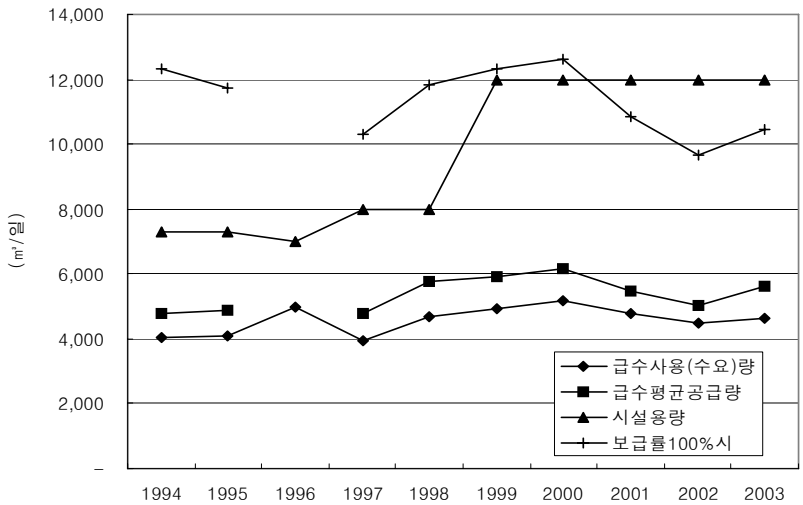
<그림 5.3-12> 진안군 수돗물 수요 및 공급 추이

(9) 무주군

무주군의 수돗물 보급률은 1994년 38.7%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 53.7%를 나타내고 있으며, 시설용량 또한 지속적으로 증가하여 2004년에는 12,000㎥/일을 보이고 있다. 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 1,568㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-13> 무주군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	33,128	12,832	38.7	4,021	313	4,781	84	12,344	7,300
1995	32,320	13,403	41.5	4,098	306	4,861	84	11,722	7,300
1996	31,531	13,480	42.8	5,000	351	-	-	-	7,000
1997	30,866	14,273	46.2	3,930	275	4,769	82	10,314	8,000
1998	30,610	14,818	48.4	4,671	313	5,774	81	11,838	8,000
1999	31,813	15,274	48.0	4,934	323	5,923	83	12,336	12,000
2000	29,254	14,332	49.0	5,181	361	6,175	84	12,605	12,000
2001	30,385	15,374	50.6	4,795	312	5,474	88	10,822	12,000
2002	27,949	14,586	52.2	4,494	308	5,049	89	9,675	12,000
2003	26,785	14,374	53.7	4,652	324	5,598	83	10,432	12,000



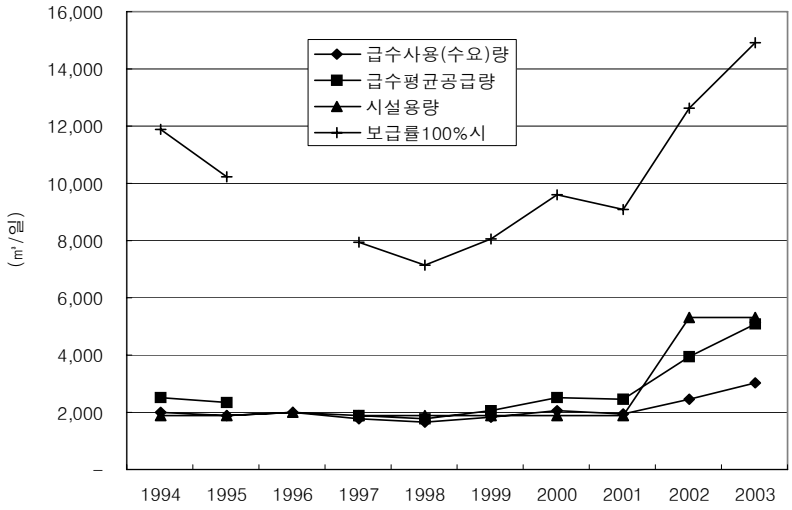
<그림 5.3-13> 무주군 수돗물 수요 및 공급 추이

(10) 장수군

장수군의 수돗물 보급률은 1994년 21.0%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 34.1%를 나타내고 있으며, 시설용량은 2002년에 1.8배가 증가한 5,300㎥/일으로 나타났으며, 2003년 기준 보급률 100%시 1시설용량은 9,603㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-14> 장수군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	32,656	6,862	21.0	1,996	291	2,498	80	11,888	1,880
1995	31,502	7,130	22.6	1,900	266	2,317	82	10,237	1,880
1996	30,654	6,317	20.6	2,000	315	-	-	-	2,000
1997	29,801	7,130	23.9	1,775	249	1,907	93	7,969	1,880
1998	30,556	7,500	24.5	1,677	224	1,749	96	7,124	1,880
1999	30,207	7,800	25.8	1,849	237	2,080	89	8,053	1,880
2000	30,126	7,965	26.4	2,038	256	2,541	80	9,611	1,880
2001	30,521	8,210	26.9	1,953	238	2,444	80	9,087	1,880
2002	26,463	8,326	31.5	2,479	298	3,966	63	12,607	5,300
2003	29,579	10,078	34.1	3,006	298	5,078	59	14,903	5,300



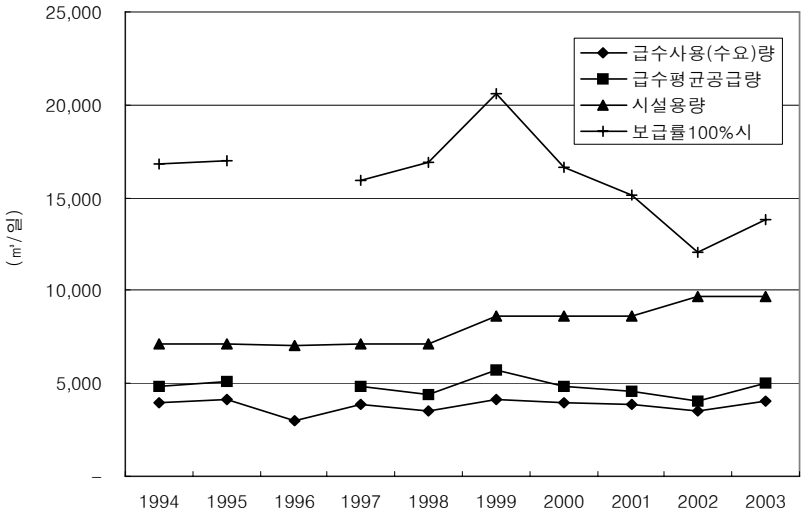
<그림 5.3-14> 장수군 수돗물 수요 및 공급 추이

(11) 임실군

임실군의 수돗물 보급률은 1994년 28.7%에서 불규칙적으로 증가하여 2003년에는 36.2%를 보이고 있으며, 시설용량은 1999년과 2002년에 소폭 증가하여 2003년에는 9,700㎥/일로 나타났으며, 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 4,1578㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-15> 임실군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	46,078	13,235	28.7	3,920	296	4,834	81	16,828	7,100
1995	44,637	13,354	29.9	4,150	311	5,073	82	16,958	7,100
1996	43,028	12,959	30.1	3,000	240	-	-	-	7,000
1997	41,395	12,663	30.6	3,858	305	4,877	79	15,944	7,100
1998	40,572	10,520	25.9	3,553	338	4,386	81	16,917	7,100
1999	39,327	10,893	27.7	4,167	383	5,693	73	20,577	8,600
2000	37,605	10,917	29.0	3,945	361	4,829	82	16,633	8,600
2001	37,548	11,382	30.3	3,865	340	4,596	84	15,161	8,600
2002	35,165	11,928	33.9	3,493	293	4,076	86	12,016	9,700
2003	34,443	12,471	36.2	4,044	324	5,017	81	13,857	9,700



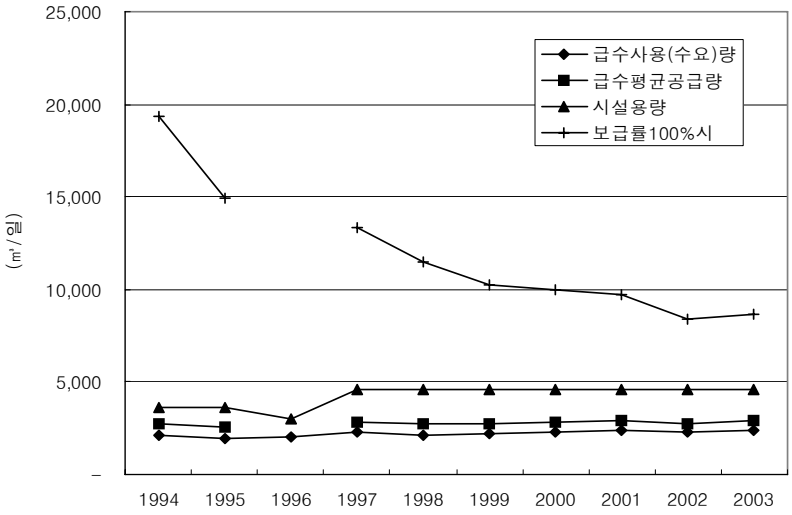
<그림 5.3-15> 임실군 수돗물 수요 및 공급 추이

(12) 순창군

순창군의 수돗물 보급률은 1994년 14.2%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 33.7%를 보이고 있으며, 시설용량은 1997년 4,550㎥/일로 증가한 후 변함이 없다. 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 9,603㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-16> 순창군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	40,991	5,820	14.2	2,084	358	2,742	76	19,313	3,600
1995	39,763	6,862	17.3	1,949	284	2,578	76	14,939	3,600
1996	38,679	7,323	18.9	2,000	-	-	-	-	3,000
1997	37,595	7,954	21.2	2,259	284	2,820	80	13,330	4,550
1998	36,882	8,822	23.9	2,159	245	2,743	79	11,469	4,550
1999	35,860	9,635	26.9	2,238	232	2,746	82	10,208	4,550
2000	34,691	9,775	28.2	2,302	235	2,811	82	9,975	4,550
2001	34,003	10,309	30.3	2,397	233	2,938	82	9,689	4,550
2002	32,438	10,724	33.1	2,301	215	2,772	83	8,386	4,550
2003	31,593	10,645	33.7	2,403	226	2,920	82	8,666	4,550



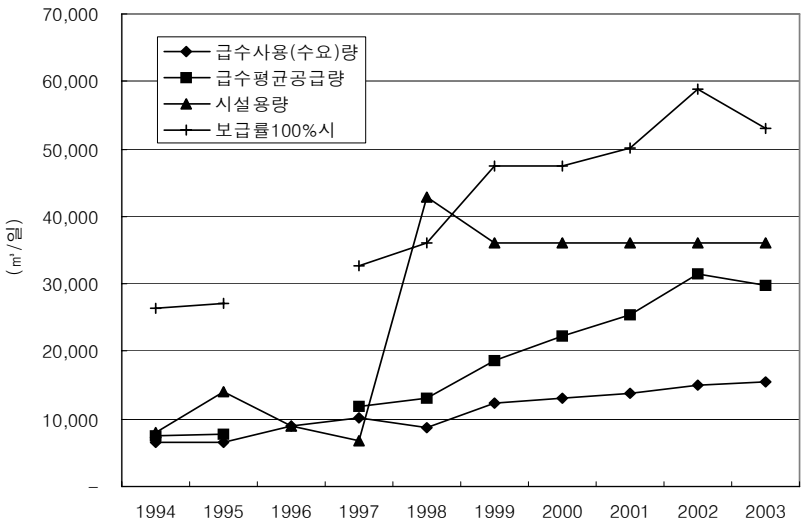
<그림 5.3-16> 순창군 수돗물 수요 및 공급 추이

(13) 고창군

고창군의 수돗물 보급률은 1994년 28.1%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 56.1%를 보이고 있으며, 시설용량은 1998년 42,950㎥/일로 최대값을 보인 후 1999년 이후 36,100㎥/일로 변함이 없다. 2003년 기준 보급률 100%시 시설용량은 17,037㎥/일이 부족용량으로 나타났다.

<표 5.3-17> 고창군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	88,038	24,723	28.1	6,426	260	7,412	87	26,393	8,050
1995	85,239	24,560	28.8	6,583	268	7,846	84	27,232	14,050
1996	82,656	26,263	31.8	9,000	347	-	-	-	9,000
1997	79,823	28,819	36.1	10,090	350	11,815	85	32,725	6,850
1998	78,686	28,287	35.9	8,800	311	12,960	68	36,052	42,950
1999	76,219	29,917	39.3	12,444	416	18,657	67	47,537	36,100
2000	74,227	34,771	46.8	13,112	377	22,224	59	47,442	36,100
2001	74,413	37,647	50.6	13,876	369	25,320	55	50,048	36,100
2002	69,816	37,233	53.3	15,079	405	31,415	48	58,906	36,100
2003	69,878	39,233	56.1	15,424	393	29,834	52	53,137	36,100



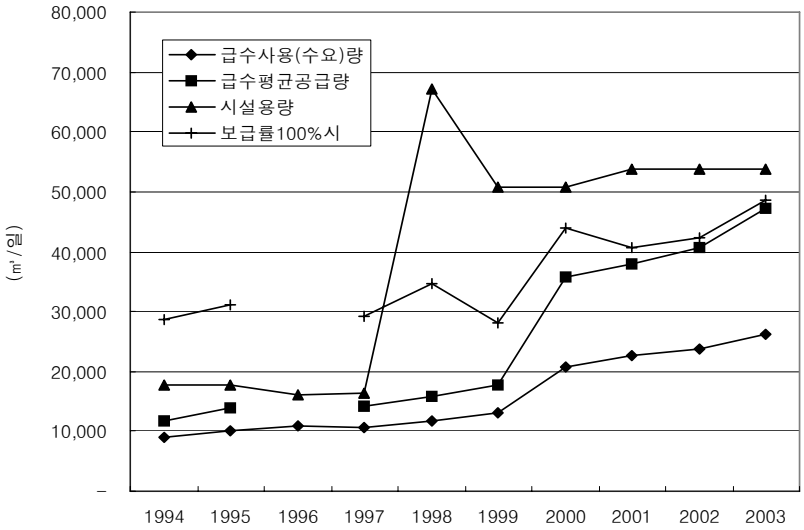
<그림 5.3-17> 고창군 수돗물 수요 및 공급 추이

(14) 부안군

부안군의 수돗물 보급률은 1994년 41.1%에서 계속적으로 증가하여 2003년에는 96.8%를 보이고 있으며, 타 시·군에 비해 매우 높은 보급률을 보이고 있다. 시설용량은 1998년 3.1배가 증가한 67,200㎥/일로 나타났으며, 보급률 100%시 기준 시설용량은 1998년 이후 여유용량을 보이고 있으며, 2003년 기준 시설용량은 5,033㎥/일이 여유용량으로 나타났다.

<표 5.3-18> 부안군 수돗물 수요 및 공급현황

구분	인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	급수사용 (수요)량 (㎥/일)	1인당급수 사용량 (lpcd)	급수평균 공급량 (㎥/일)	유수율 (%)	보급률 100%시 (㎥/일)	시설용량 (㎥/일)
산정식	a	b	c=b*100/a	d	e=d/b	f	g=d*100/f	h=a*(e/1000)*(100/g)	
1994	86,710	35,645	41.1	8,879	249	11,729	76	28,532	17,700
1995	84,383	37,683	44.7	9,968	265	13,844	72	31,002	17,700
1996	82,184	38,627	47.0	11,000	278	-	-	-	16,000
1997	80,329	38,699	48.2	10,743	278	14,117	76	29,303	16,300
1998	79,452	35,967	45.3	11,775	327	15,700	75	34,682	67,200
1999	77,620	48,947	63.1	13,241	271	17,655	75	28,047	50,900
2000	74,877	60,831	81.2	20,778	342	35,763	58	44,021	50,900
2001	76,072	70,825	93.1	22,547	318	37,958	59	40,770	53,700
2002	70,546	67,730	96.0	23,671	349	40,602	58	42,290	53,700
2003	68,256	66,058	96.8	26,329	399	47,100	56	48,667	53,700



<그림 5.3-18> 부안군 수돗물 수요 및 공급 추이

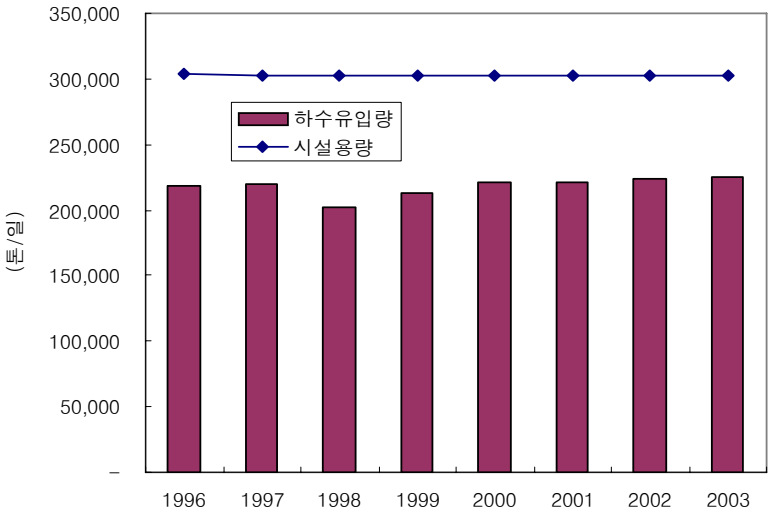
2) 하수처리 용량

(1) 전주시

전주시의 하수처리 시설용량은 하수보급율이 1996년 91.4%에서 2003년 94.9%로 증가됨에 따라 계속적인 증가가 이루어졌으며, 2003년 기준 303,000톤/일의 처리용량을 보유하고 있으며, 77,684톤/일의 여유용량을 보이고 있다.

<표 5.3-19> 전주시 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	558,538	-	-	-	37,595
1994	570,570	-	-	-	103,000
1996	583,230	533,000	91.4	218,975	303,400
1997	590,162	538,300	91.2	220,395	303,000
1998	600,343	562,000	93.6	201,627	303,000
1999	611,921	567,000	92.7	213,089	303,000
2000	622,238	583,000	93.7	220,551	303,000
2001	623,897	586,000	93.9	221,511	303,000
2002	626,069	590,000	94.2	223,307	303,000
2003	620,374	589,000	94.9	225,316	303,000



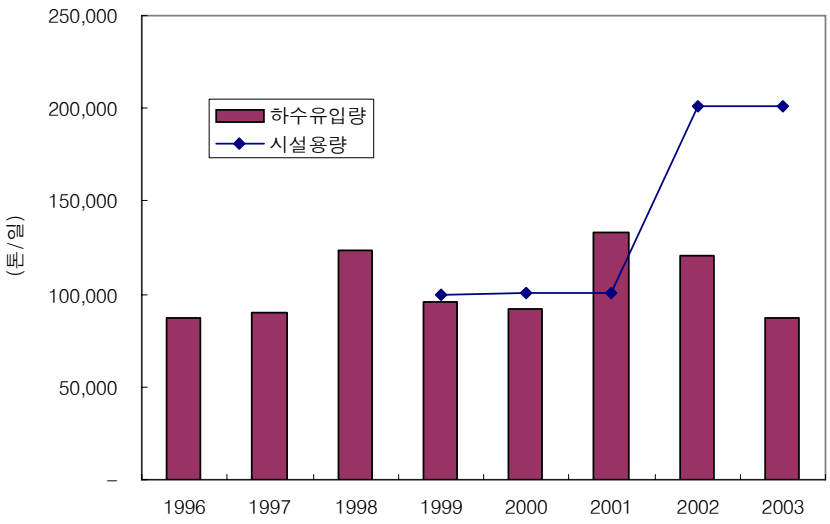
<그림 5.3-19> 전주시 하수처리 수요 및 공급 추이

(2) 군산시

군산시의 하수처리 시설용량은 하수보급율이 2000년 24.4%에서 2003년 81.2%로 증가됨에 따라 계속적인 증가가 이루어졌으며, 2002년 이후 시설용량이 크게 증가하여 2003년 기준 114,024톤/일의 여유용량을 보유하고 있다.

<표 5.3-20> 군산시 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	273,121	-	-	-	-
1995	276,263	-	-	-	-
1996	278,626	-	-	86,988	-
1997	281,437	-	-	90,244	-
1998	281,431	-	-	124,000	-
1999	280,400	-	-	95,760	100,000
2000	278,577	68,000	24.4	91,815	100,638
2001	277,680	71,000	25.6	132,847	100,440
2002	273,086	221,000	80.9	120,885	201,180
2003	269,865	219,000	81.2	87,156	201,180



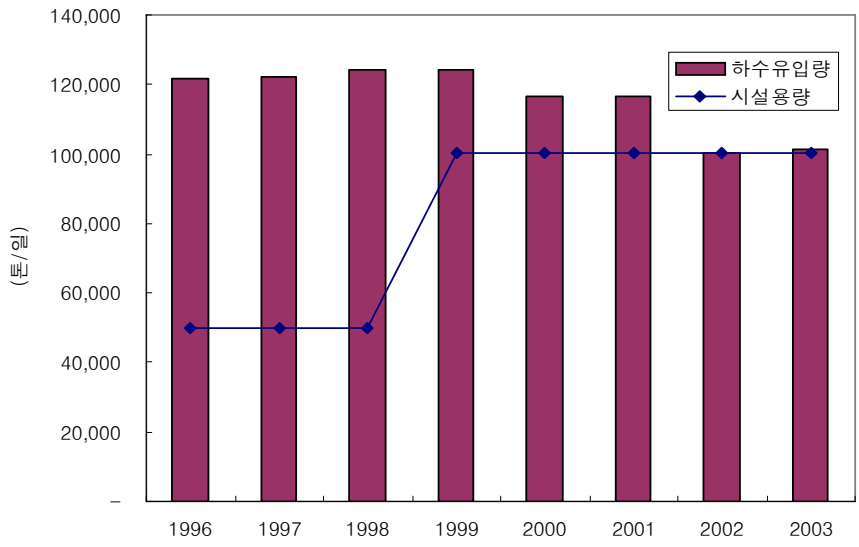
<그림 5.3-20> 군산시 하수처리 수요 및 공급 추이

(3) 익산시

익산시의 하수처리 시설용량은 하수보급율이 1996년 63.0%에서 2003년 75.1%로 증가됨에 따라 계속적인 증가가 이루어졌으며, 1999년 이후 시설용량이 증가하여 2003년 기준 하수유입량과 시설용량이 비슷하게 나타나고 있다.

<표 5.3-21> 익산시 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	324,336	-	-	-	-
1995	329,212	-	-	-	50,000
1996	330,010	208,000	63.0	121,799	50,000
1997	332,493	217,600	65.4	122,050	50,000
1998	335,677	221,000	65.8	124,000	50,000
1999	337,436	236,000	69.9	124,000	100,290
2000	336,651	244,000	72.5	116,600	100,329
2001	337,240	244,000	72.4	116,600	100,364
2002	332,545	251,000	75.5	100,172	100,364
2003	327,536	246,000	75.1	101,549	100,364



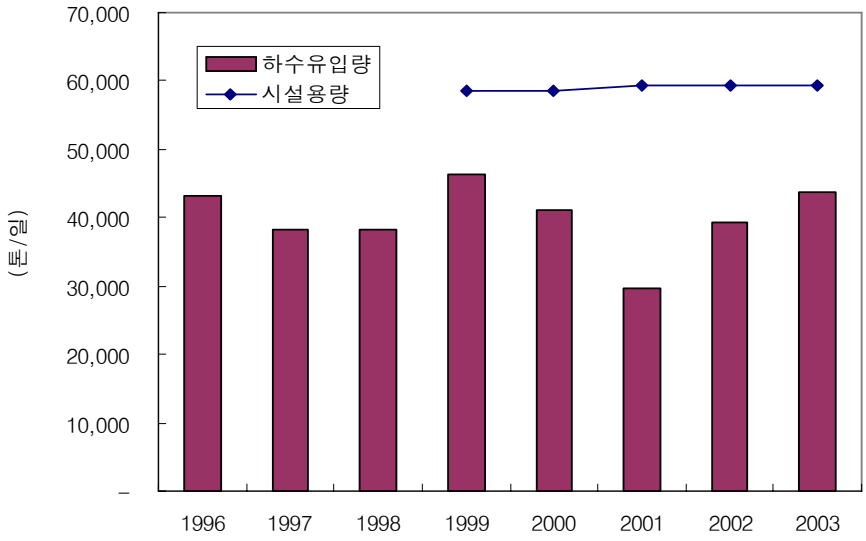
<그림 5.3-21> 익산시 하수처리 수요 및 공급 추이

(4) 정읍시

정읍시의 하수보급율은 2000년 51.1%에서 2003년 50.0%로 증감률이 거의 변동이 없으며, 시설용량은 1999년 이후 소폭의 증가율을 보이고 있으며, 2003년 기준 15,763 톤/일의 여유용량을 보유하고 있다.

<표 5.3-22> 정읍시 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	152,609	-	-	-	-
1995	151,353	-	-	-	-
1996	150,777	-	-	43,272	-
1997	150,822	-	-	38,136	-
1998	150,952	-	-	38,137	-
1999	151,665	-	-	46,242	58,600
2000	152,574	78,000	51.1	41,062	58,600
2001	152,452	76,000	49.9	29,688	59,239
2002	139,876	65,000	46.5	39,282	59,385
2003	156,043	78,000	50.0	43,622	59,385



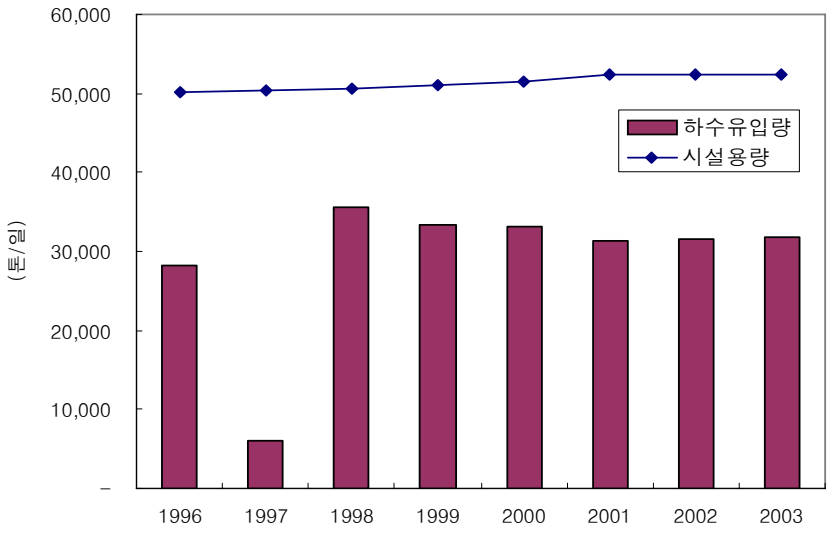
<그림 5.3-22> 정읍시 하수처리 수요 및 공급 추이

(5) 남원시

남원시의 하수보급율은 1996년 52.6%에서 2003년 62.6%로 증가됨에 따라 계속적인 증가가 이루어졌으며, 시설용량은 1995년 이후 소폭의 증가를 보이고 있으며, 2003년 기준 20,617톤/일의 여유용량을 보유하고 있다.

<표 5.3-23> 남원시 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	110,364	-	-	-	-
1995	109,224	-	-	-	50,000
1996	108,368	57,000	52.6	28,188	50,185
1997	107,323	57,000	53.1	5,945	50,422
1998	106,440	57,000	53.6	35,592	50,542
1999	104,704	57,000	54.4	33,379	51,124
2000	103,783	57,000	54.9	33,206	51,534
2001	104,198	59,000	56.6	31,375	52,390
2002	100,677	63,000	62.6	31,594	52,390
2003	102,279	64,000	62.6	31,773	52,390



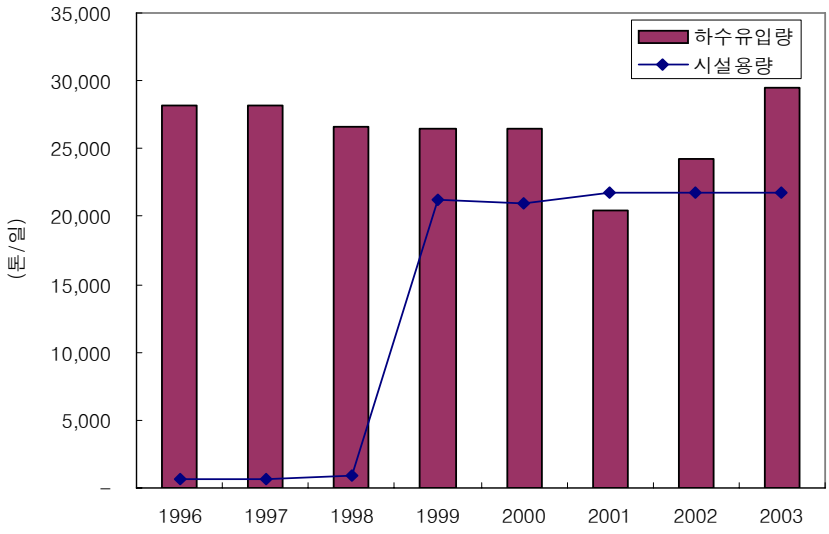
<그림 5.3-23> 남원시 하수처리 수요 및 공급 추이

(6) 김제시

김제시의 하수보급율은 1999년 37.0%에서 2003년 53.0%로 증가됨에 따라 계속적인 증가가 이루어졌으며, 1999년 이후 시설용량이 크게 증가하였으나 2003년 기준 시설용량은 7,7644톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-24> 김제시 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	130,226	-	-	-	-
1995	128,490	-	-	-	-
1996	125,755	-	-	28,228	615
1997	122,985	-	-	28,228	615
1998	121,875	-	-	26,667	972
1999	118,811	44,000	37.0	26,489	21,192
2000	116,211	41,000	35.3	26,494	20,972
2001	115,683	42,000	36.3	20,452	21,782
2002	111,462	45,000	40.4	24,231	21,720
2003	111,339	59,000	53.0	29,484	21,720



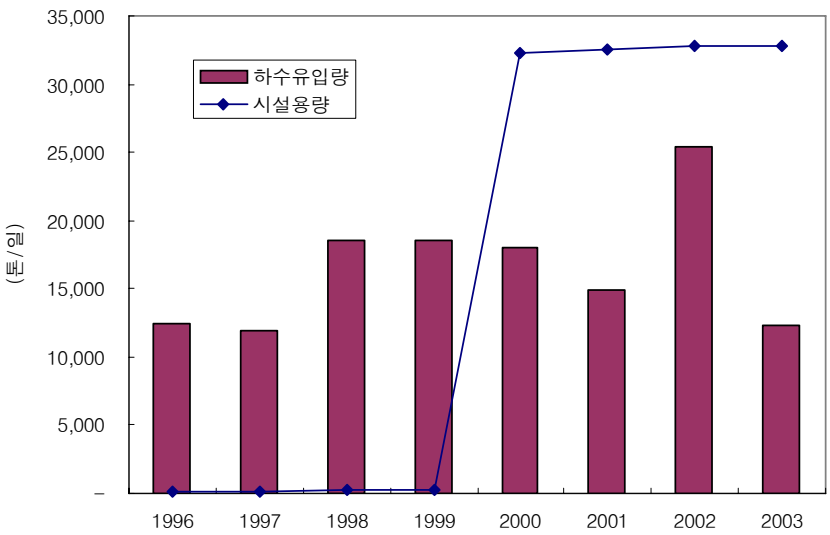
<그림 5.3-24> 김제시 하수처리 수요 및 공급 추이

(7) 완주군

완주군의 하수보급율은 1999년 21.0%에서 2003년 27.3%로 증가됨에 따라 계속적인 증가가 이루어졌으며, 2002년 이후 시설용량이 크게 증가하여 2003년 기준 시설용량은 20,571톤/일의 여유용량을 보유하고 있다.

<표 5.3-25> 완주군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	85,985	-	-	-	-
1995	86,570	-	-	-	-
1996	85,525	1,400	1.6	12,423	86
1997	86,321	1,400	1.6	11,965	185
1998	86,381	-	-	18,490	300
1999	85,796	18,000	21.0	18,490	300
2000	84,327	20,000	23.7	18,060	32,300
2001	87,081	28,000	32.2	14,964	32,565
2002	84,937	23,000	27.1	25,366	32,852
2003	84,224	23,000	27.3	12,281	32,852



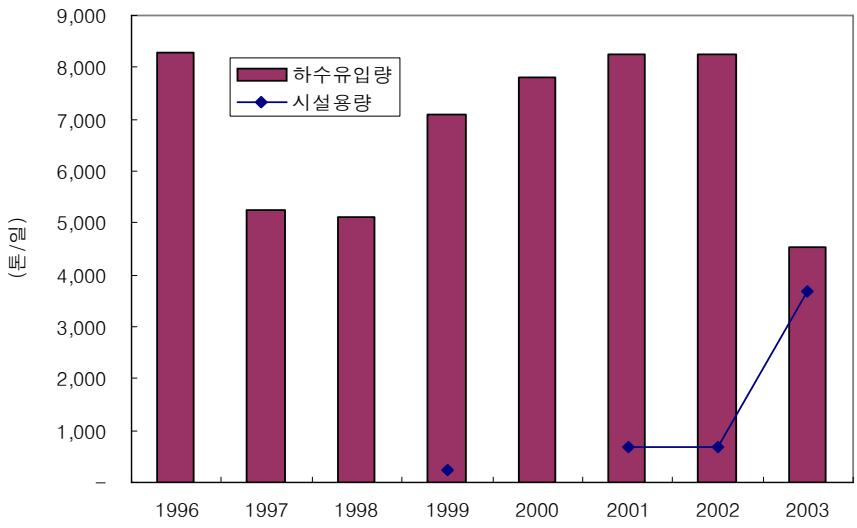
<그림 5.3-25> 완주군 하수처리 수요 및 공급 추이

(8) 진안군

진안군의 하수보급율은 2002년 9.8%에서 2003년 22.8%로 증가하였으며, 처리시설은 1999년 250톤/일에서 2003년에 3,679톤/일로 증가하였으나, 2003년 기준 8531톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-26> 진안군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	42,164	-	-	-	-
1995	40,125	-	-	-	-
1996	38,125	-	-	8,299	-
1997	36,027	-	-	5,257	-
1998	34,704	-	-	5,099	-
1999	33,752	-	-	7,102	250
2000	31,359	-	-	7,818	-
2001	32,750	-	-	8,250	679
2002	30,543	3,000	9.8	8,250	679
2003	30,673	7,000	22.8	4,532	3,679



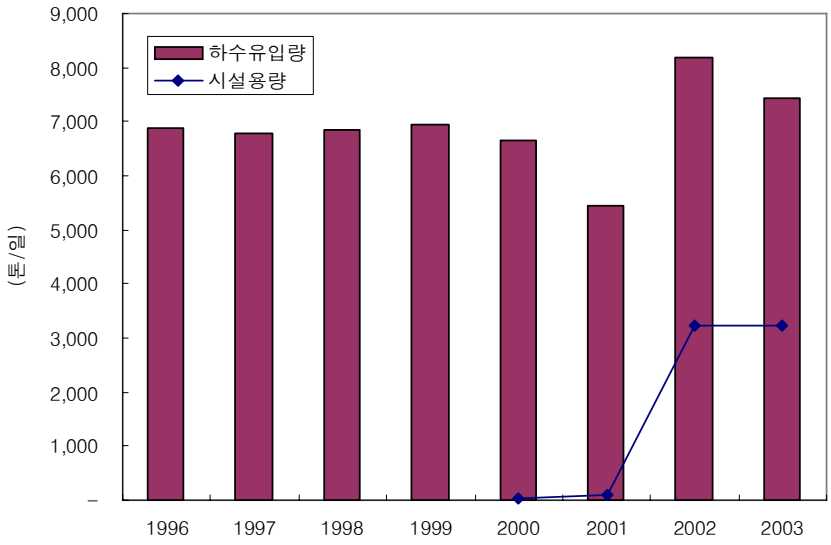
<그림 5.3-26> 진안군 하수처리 수요 및 공급 추이

(9) 무주군

무주군의 하수보급율은 2001년 이전에는 매우 저조하였으며, 2002년 30.4%에서 2003년 33.6%로 소폭 증가하였다. 시설용량 또한 2001년 이전에는 매우 낮게 나타났으며, 2003년 기준 시설용량은 4,2341톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-27> 무주군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	33,128	-	-	-	
1995	32,320	-	-	-	
1996	31,531	-	-	6,886	
1997	30,866	-	-	6,790	
1998	30,610	-	-	6,850	
1999	31,813	1,110	3.5	6,937	
2000	29,254	1,110	3.8	6,642	30
2001	30,385	-	-	5,460	110
2002	27,894	8,500	30.4	8,179	3,215
2003	26,716	9,000	33.6	7,449	3,215



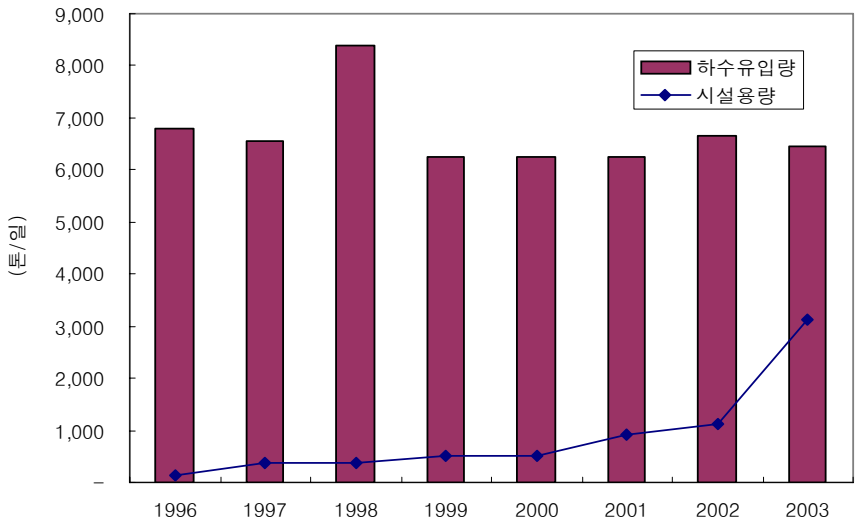
<그림 5.3-27> 무주군 하수처리 수요 및 공급 추이

(10) 장수군

장수군의 하수보급율은 2002년 7.6%에서 2003년 16.9%로 소폭 증가하였으며, 시설용량은 2001년 이전에 매우 낮게 나타났으며, 2003년 기준 시설용량은 4,2341톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-28> 장수군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	32,656	-	-	-	-
1995	31,502	-	-	-	-
1996	30,654	-	-	6,776	135
1997	29,801	-	-	6,548	363
1998	30,556	-	-	8,380	386
1999	30,207	-	-	6,264	519
2000	30,126	-	-	6,264	519
2001	30,521	-	-	6,264	931
2002	26,463	2,000	7.6	6,663	1,131
2003	29,579	5,000	16.9	6,453	3,131



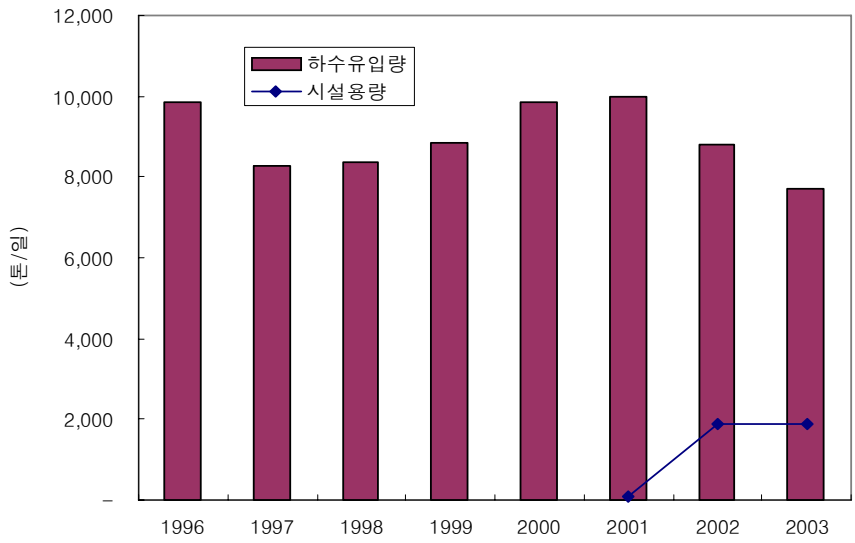
<그림 5.3-28> 장수군 하수처리 수요 및 공급 추이

(11) 임실군

장수군의 하수보급율은 2002년 11.46%에서 2003년 14.5%로 소폭 증가하였으며, 시설용량은 2002년 1,875톤/일로 크게 증가하였으나, 2003년 기준 5,815톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-29> 임실군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	46,078	-	-	-	-
1995	44,637	-	-	-	-
1996	43,028	-	-	9,859	-
1997	41,395	-	-	8,280	-
1998	40,572	-	-	8,380	-
1999	39,327	-	-	8,830	-
2000	37,605	-	-	9,837	-
2001	37,439	-	-	9,981	90
2002	35,165	4,000	11.4	8,820	1,875
2003	34,443	5,000	14.5	7,690	1,875



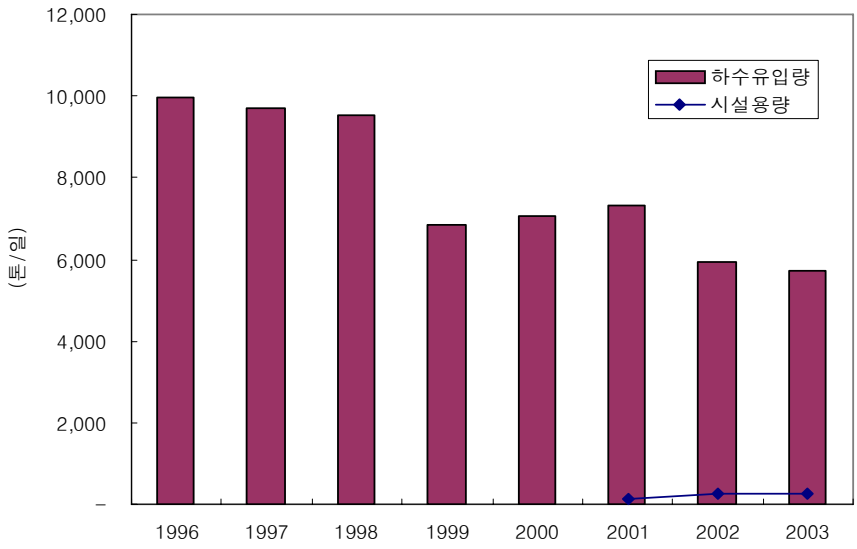
<그림 5.3-29> 임실군 하수처리 수요 및 공급 추이

(12) 순창군

순창군의 하수보급율은 2003년 3.1%로 매우 낮게 나타나고 있으며, 시설용량 또한 267톤/일로 전북도내 시·군중 가장 낮게 나타나고 있다. 2003년 기준 시설용량은 5,465톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-30> 순창군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	40,991	-	-	-	-
1995	39,763	-	-	-	-
1996	38,679	-	-	9,979	-
1997	37,595	-	-	9,698	-
1998	36,882	-	-	9,546	-
1999	35,860	-	-	6,826	-
2000	34,691	-	-	7,064	-
2001	34,003	-	-	7,310	130
2002	32,438	1,000	3.1	5,917	267
2003	31,593	1,000	3.2	5,732	267



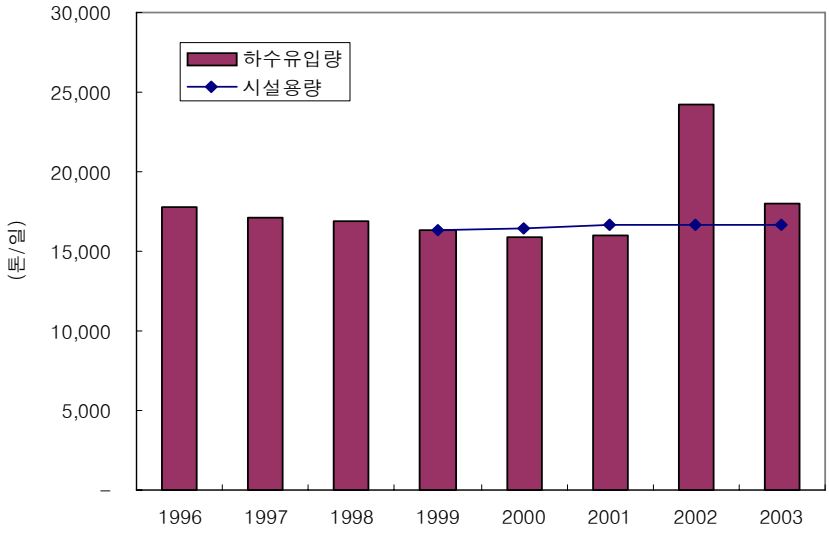
<그림 5.3-30> 순창군 하수처리 수요 및 공급 추이

(13) 고창군

고창군의 하수보급율은 1999년 20.6%에서 2003년 41.5%로 계속적인 증가를 보이고 있으며, 시설용량은 1999년 16,300톤/일 이후 소폭의 증감율을 나타내고 있다. 2003년 기준 시설용량은 1,355톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-31> 고창군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	88,038	-	-	-	-
1995	85,239	-	-	-	-
1996	82,656	-	-	17,726	-
1997	79,823	-	-	17,153	-
1998	78,686	-	-	16,896	-
1999	76,219	15,700	20.6	16,361	16,300
2000	74,227	15,700	21.2	15,932	16,410
2001	74,413	16,000	22.5	15,971	16,645
2002	69,816	22,000	31.5	24,262	16,645
2003	69,878	29,000	41.5	18,000	16,645



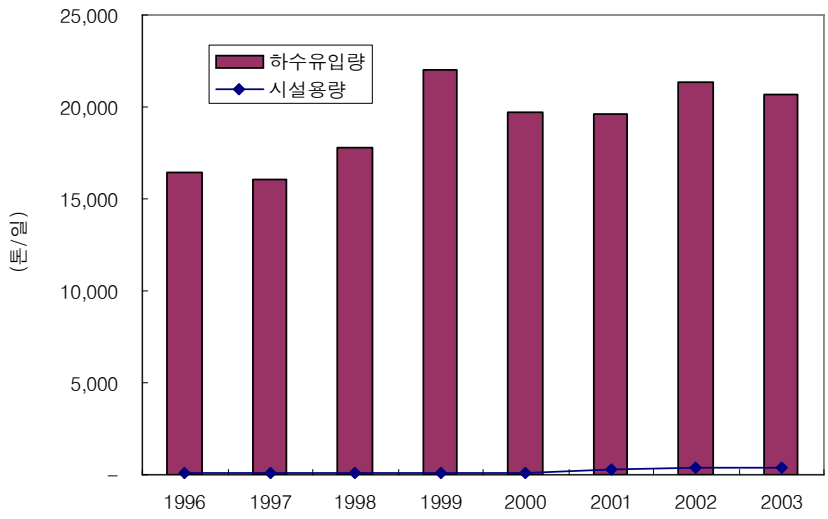
<그림 5.3-31> 고창군 하수처리 수요 및 공급 추이

(14) 부안군

부안군의 하수보급율은 2002년 1.4%에서 2003년 30.8%로 크게 증가하였으며, 시설용량은 1996년 66톤/일에서 2003년 342톤/일로 증가하였으나, 2003년 기준 시설용량은 2,0368톤/일의 부족용량을 보이고 있다.

<표 5.3-32> 부안군 하수처리 수요 및 공급현황

구분	인구 (천명)	처리인구(명)	하수도보급율 인구기준(%)	하수유입량 (톤/일)	시설용량(톤/일)
산정식	a	b	c=b*100/a		
1994	86,290	-	-	-	-
1995	84,383	-	-	-	-
1996	82,184	-	-	16,437	66
1997	80,329	-	-	16,060	66
1998	79,452	-	-	17,802	112
1999	77,620	-	-	22,029	132
2000	74,877	-	-	19,704	132
2001	76,072	-	-	19,627	282
2002	70,546	1,000	1.4	21,310	342
2003	68,256	21,000	30.8	20,710	342



<그림 5.3-32> 부안군 하수처리 수요 및 공급 추이

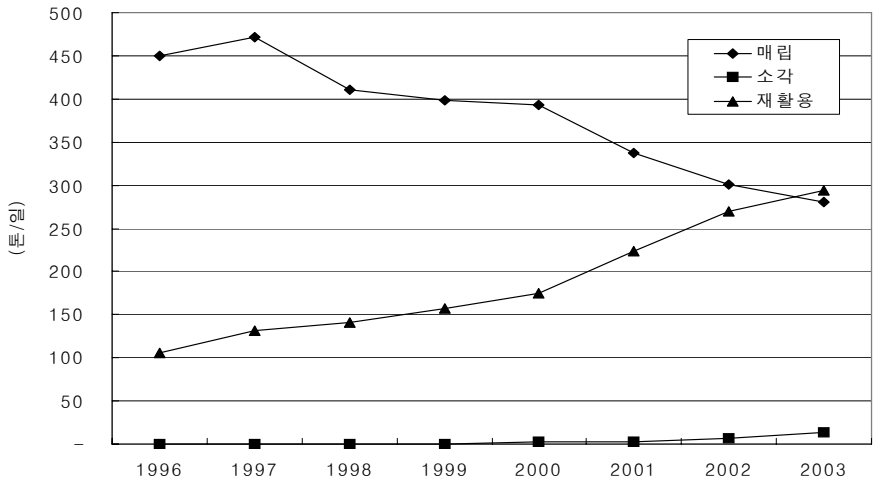
3) 쓰레기 처리용량

(1) 전주시

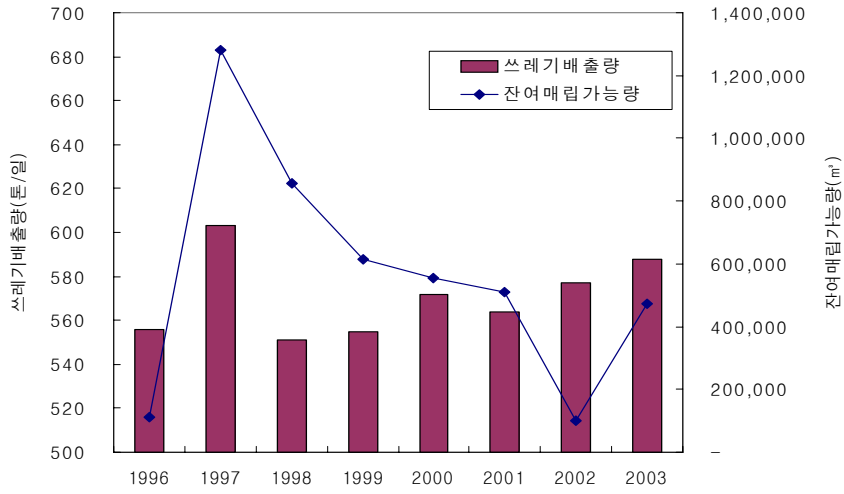
전주시의 쓰레기 처리현황을 살펴보면 매립은 감소추세를 보이고 있으며, 소각과 재활용은 증가추세를 보이고 있다. 400톤/일 규모의 광역소각시설(전주·김제·완주)이 건설중에 있어 준공예정인 2006년 이후 쓰레기 소각량은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 인구증가에 따라 쓰레기배출량이 계속적으로 증가하고 있으며 2003년 매립량 280톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과는 약 4.6년으로 나타났다.

<표 5.3-33> 전주시 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	558,538	-	-	-	-	-	-
1995	570,570	-	-	-	-	-	-
1996	583,230	556	450	-	106	673,500	110,500
1997	590,162	603	471	-	132	2,136,003	1,279,319
1998	600,343	551	410	-	141	1,260,000	858,050
1999	611,921	555	398	-	157	1,260,000	615,000
2000	622,238	572	393	3	175	1,446,000	553,973
2001	623,897	564	337	3	224	1,446,000	511,891
2002	626,069	577	300	7	270	1,193,799	102,261
2003	620,374	588	280	13	294	1,925,282	471,282



<그림 5.3-33> 전주시 쓰레기 처리현황



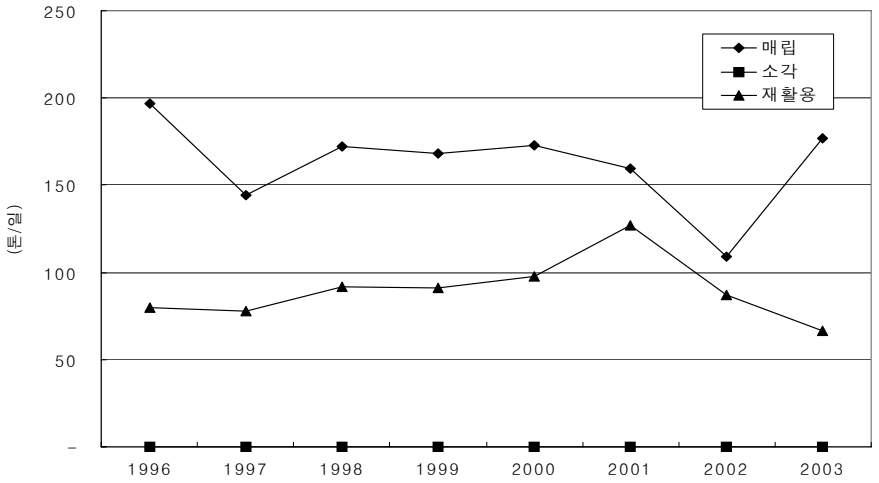
<그림 5.3-34> 전주시 배출량 및 잔여매립 용량

(2) 군산시

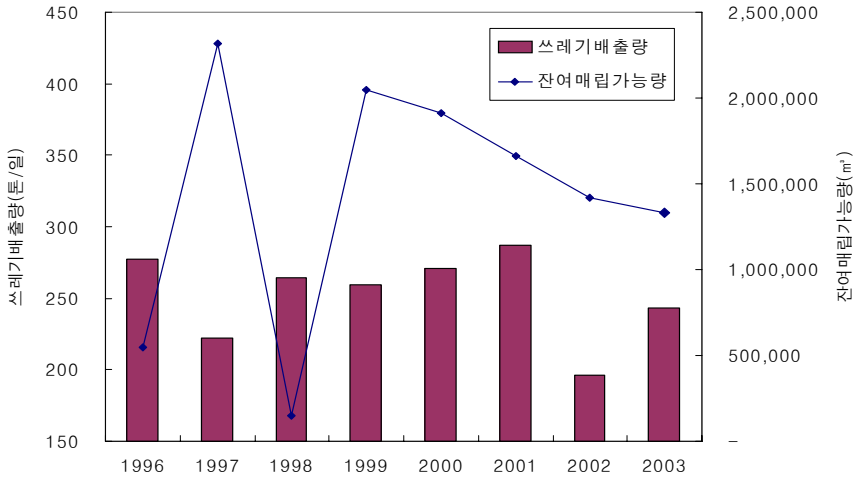
군산시의 쓰레기 처리현황을 살펴보면 매립은 불규칙적인 값을 보이고 있으며, 재활용은 2001년까지 증가추세를 보이다가 2002년 이후에는 감소추세를 보이고 있다. 2003년 매립량 177톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과는 약 20.6년으로 나타났다. 현재 1,182천㎥규모의 매립장을 설치중에 있어 매립가능년수는 더욱 증가할 것으로 예상된다.

<표 5.3-34> 군산시 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	273,121	-	-	-	-	-	-
1995	276,263	-	-	-	-	-	-
1996	278,586	277	197	-	80	724,600	545,600
1997	281,437	222	144	-	78	2,642,000	2,316,480
1998	281,431	264	172	-	92	540,400	149,968
1999	280,400	260	168	-	91	2,562,000	2,048,685
2000	278,577	271	173	-	98	2,562,000	1,911,427
2001	277,680	287	160	-	127	2,562,000	1,659,723
2002	273,086	196	109	-	87	2,562,000	1,416,786
2003	269,865	244	177	-	67	2,562,000	1,329,400



<그림 5.3-35> 군산시 쓰레기 처리현황



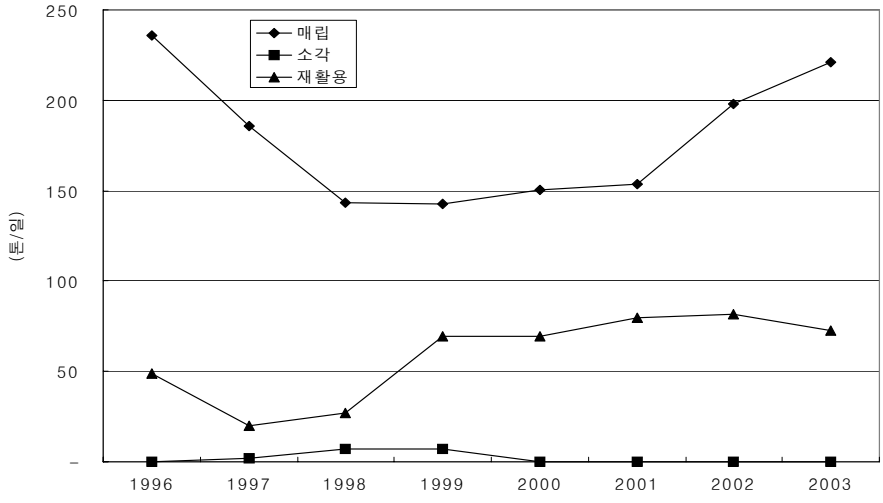
<그림 5.3-36> 군산시 배출량 및 잔여매립 용량

(3) 익산시

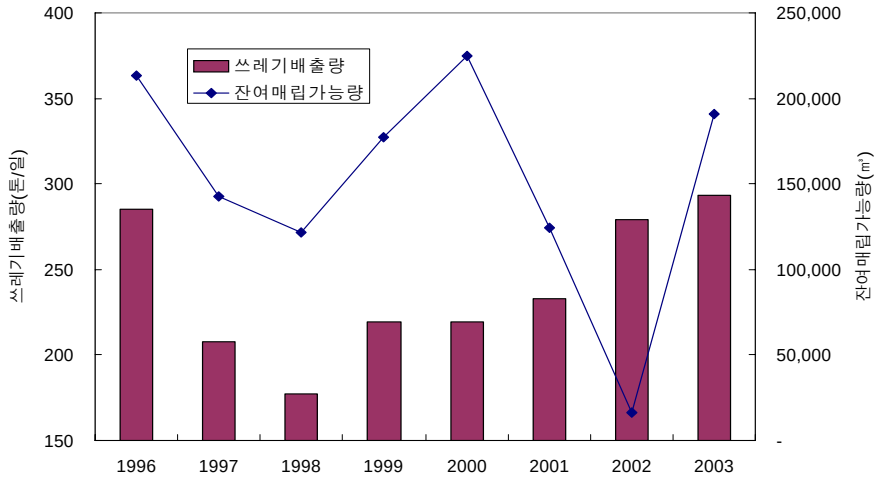
익산시 쓰레기 매립은 1998년 이후 증가추세를 보이고 있으며, 쓰레기 배출량 또한 최근들어 지속적으로 증가추세를 보이고 있어, 2003년 매립량 221톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과는 약 2.4년으로 나타났다. 현재 412천㎥규모의 매립장을 설치중에 있어 매립가능년수는 더욱 증가할 것으로 예상된다.

<표 5.3-35> 익산시 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	324,336	-	-	-	-	-	-
1995	329,212	-	-	-	-	-	-
1996	330,010	285	236	-	49	486,000	213,000
1997	332,493	208	186	2	20	735,700	142,500
1998	335,677	177	143	7	27	544,500	121,700
1999	337,436	219	143	7	69	816,452	177,515
2000	336,651	220	150	-	70	340,000	225,000
2001	337,240	233	154	-	80	340,000	124,445
2002	332,545	279	198	-	81	340,000	16,356
2003	327,536	294	221	-	73	992,300	191,200



<그림 5.3-37> 익산시 쓰레기 처리현황



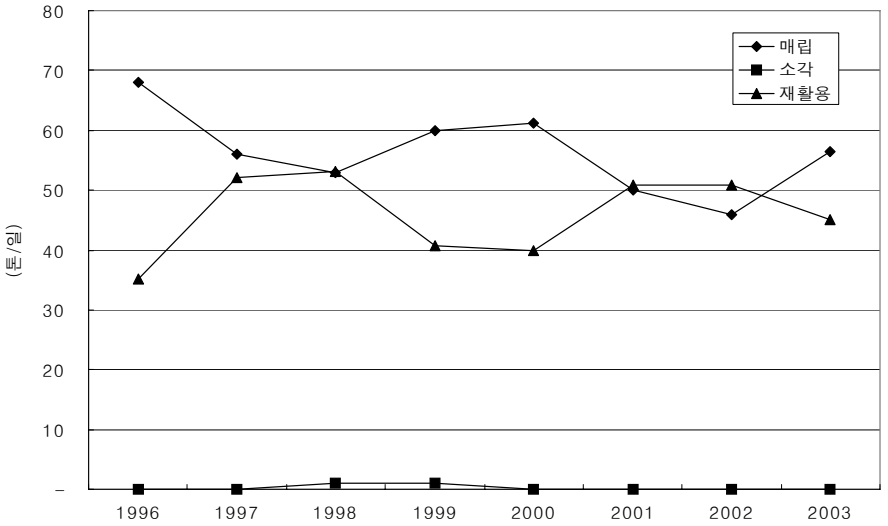
<그림 5.3-38> 익산시 배출량 및 잔여매립 용량

(4) 정읍시

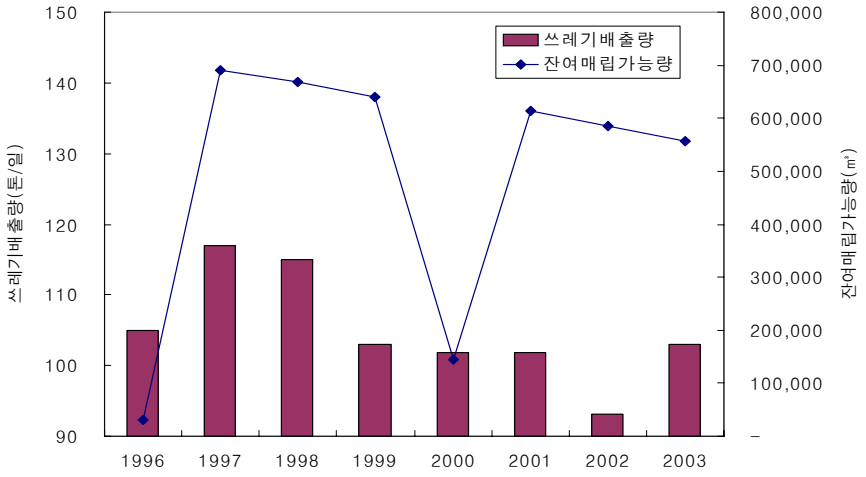
정읍시의 쓰레기 매립량은 감소추세를 보이다가 최근들어 소폭의 증가추세를 보이고 있으며, 쓰레기 배출량은 감소추세를 보이고 있다. 2003년 매립량 57톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과는 약 27년으로 나타났다.

<표 5.3-36> 정읍시 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	152,609	-	-	-	-	-	-
1995	151,353	-	-	-	-	-	-
1996	150,777	105	68	-	37	48,400	30,390
1997	150,822	117	56	-	61	723,757	689,457
1998	150,952	115	53	1	61	688,757	668,020
1999	151,665	103	60	1	42	688,757	640,645
2000	152,574	102	61	-	41	219,849	144,287
2001	152,452	102	50	-	52	688,757	613,195
2002	139,876	93	46	-	47	688,757	585,273
2003	156,043	103	57	-	47	688,757	557,351



<그림 5.3-39> 정읍시 쓰레기 처리현황



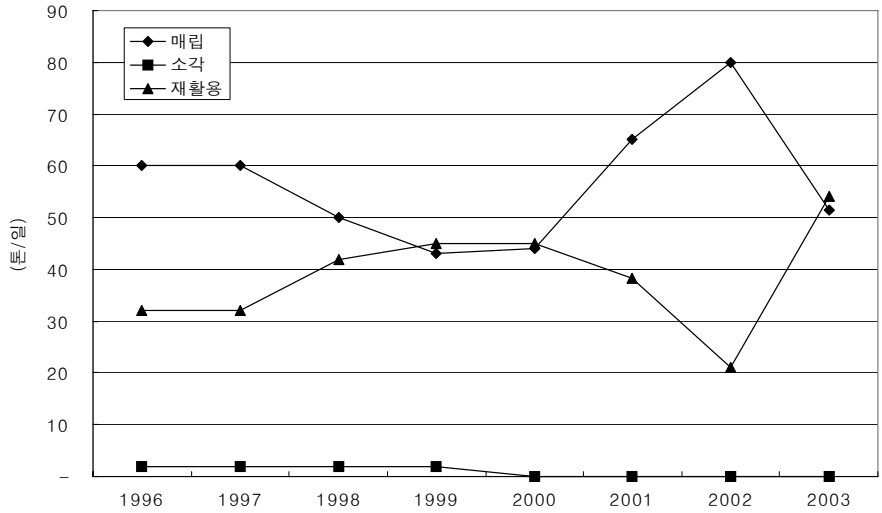
<그림 5.3-40> 정읍시 배출량 및 잔여매립 용량

(5) 남원시

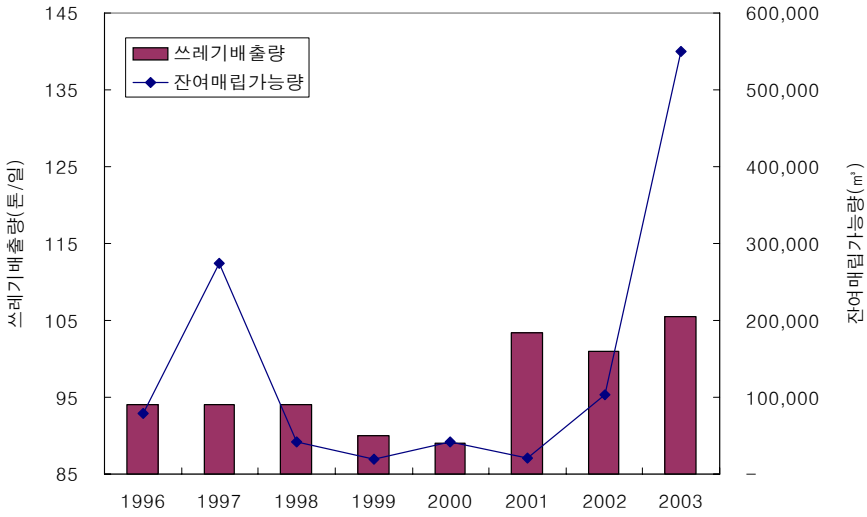
남원시 쓰레기 매립은 2002년 이후 급격히 감소하였으며, 쓰레기 배출량은 인구감소에도 불구하고 최근들어 큰폭으로 증가추세를 보이고 있다. 2003년 매립량 52톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과 2002년부터 잔여매립가능량이 크게 증가하여 약 29.2년으로 나타났다.

<표 5.3-37> 남원시 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	55,182	-	-	-	-	-	-
1995	109,224	-	-	-	-	-	-
1996	108,368	94	60	2	32	739,396	79,628
1997	107,323	94	60	2	32	519,845	274,593
1998	106,440	94	50	2	42	96,164	41,464
1999	104,704	90	43	2	45	96,164	20,000
2000	103,783	89	44	-	45	137,772	42,593
2001	104,198	103	65	-	38	137,772	20,593
2002	100,677	101	80	-	21	119,850	103,211
2003	102,279	106	52	-	54	603,850	549,664



<그림 5.3-41> 남원시 쓰레기 처리현황



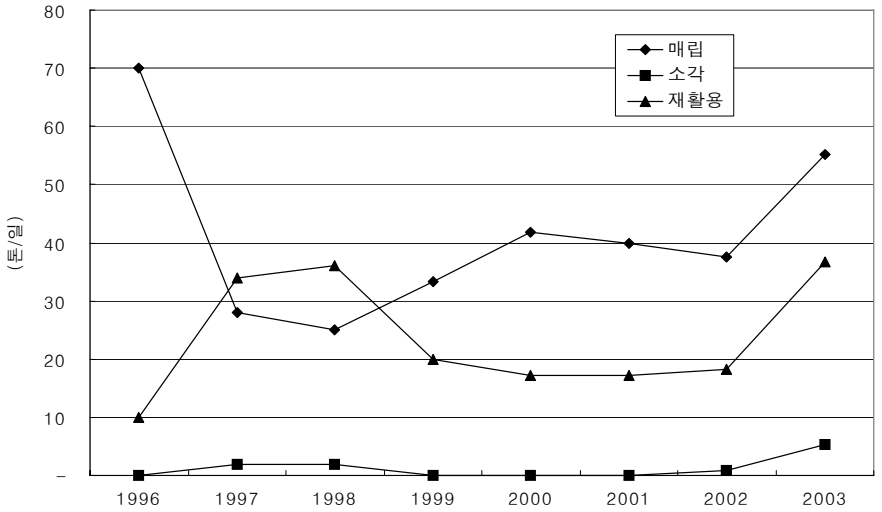
<그림 5.3-42> 남원시 배출량 및 잔여매립 용량

(6) 김제시

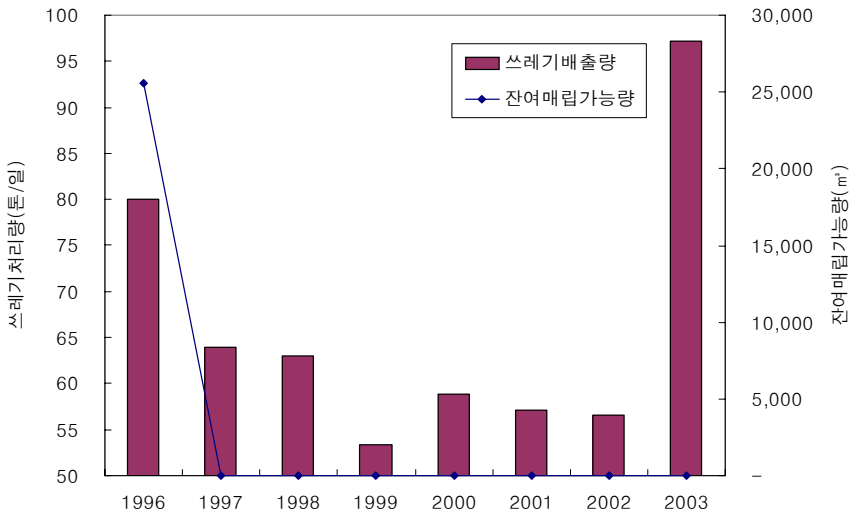
김제시의 쓰레기 처리현황은 최근에 매립, 소각, 재활용에서 모두 증가추세를 보이고 있으며, 인구감소에도 불구하고 2003년 쓰레기 배출량이 큰 폭으로 증가하였다. 쓰레기 처리를 위해 1996년 이후 부터 전주·완주와 공동으로 광역쓰레기 매립장을 사용하고 있며 현재 990천㎥규모의 광역쓰레기매립장(완주 이서)을 증설중에 있다. 또한 1,400톤/일 규모의 광역소각시설(전주·김제·완주)이 건설중에 있어 소각과 매립에 의한 쓰레기처리 의존도가 높아질 것으로 예상된다.

<표 5.3-38> 김제시 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	130,226	-	-	-	-	-	-
1995	128,490	-	-	-	-	-	-
1996	125,755	80	70	-	10	190,000	25,550
1997	122,985	64	28	2	34	190,000	-
1998	121,875	63	25	2	36	-	-
1999	118,811	53	33	-	20	-	-
2000	116,211	59	42	-	17	-	-
2001	115,683	57	40	-	17	-	-
2002	111,462	57	38	1	18	-	-
2003	111,339	97	55	5	37	-	-



<그림 5.3-43> 김제시 쓰레기 처리현황



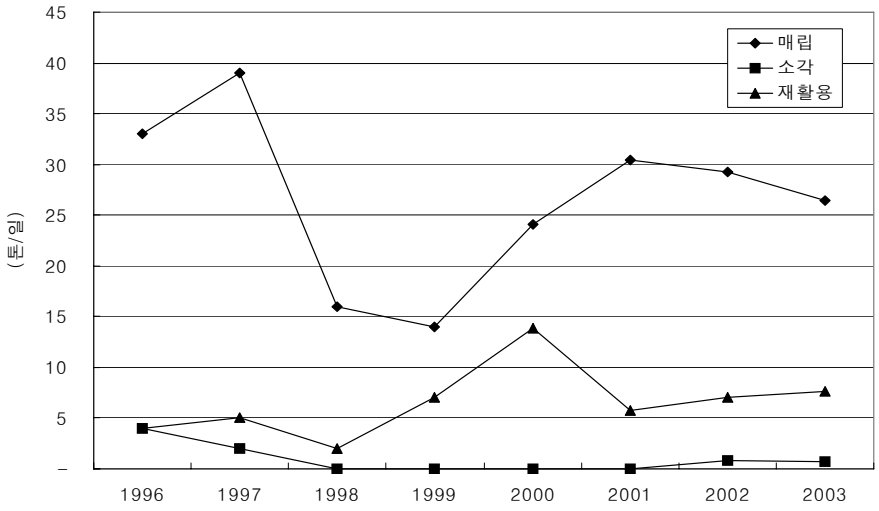
<그림 5.3-44> 김제시 배출량 및 잔여매립 용량

(7) 완주군

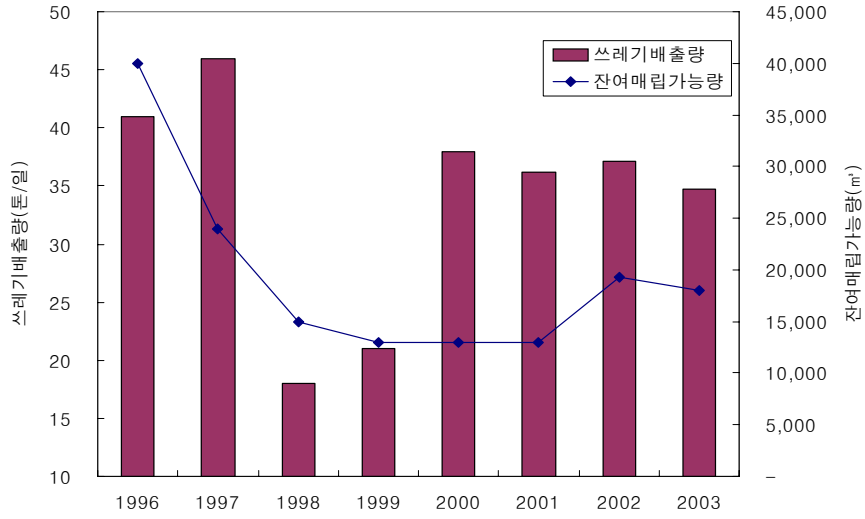
완주군 쓰레기 배출량과 매립은 감소추세에서 2000년 이후 큰 폭으로 증가하였으며 2003년 매립량 26톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과 약 1.9년으로 나타났다. 쓰레기 처리를 위해 전주·김제와 공동으로 광역쓰레기 매립장을 사용하고 있으며 사용가능연수 1.7년 뿐이어서 현재 990천㎥규모의 광역쓰레기매립장(완주 이서)을 증설중에 있다. 또한 1,400톤/일 규모의 광역소각시설(전주·김제·완주)이 건설중에 있어 소각과 매립에 의한 쓰레기처리 의존도가 높아질 것으로 예상된다.

<표 5.3-39> 완주군 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	85,985	-	-	-	-	-	-
1995	86,570	-	-	-	-	-	-
1996	85,525	41	33	4	4	50,000	40,000
1997	86,321	46	39	2	5	44,000	24,000
1998	86,381	18	16	-	2	44,000	14,960
1999	85,796	21	14	-	7	44,000	13,000
2000	84,327	38	24	-	14	44,000	13,000
2001	87,081	36	30	-	6	44,000	13,000
2002	84,937	37	29	1	7	44,000	19,296
2003	84,224	35	26	1	8	44,000	18,040



<그림 5.3-45> 완주군 쓰레기 처리현황



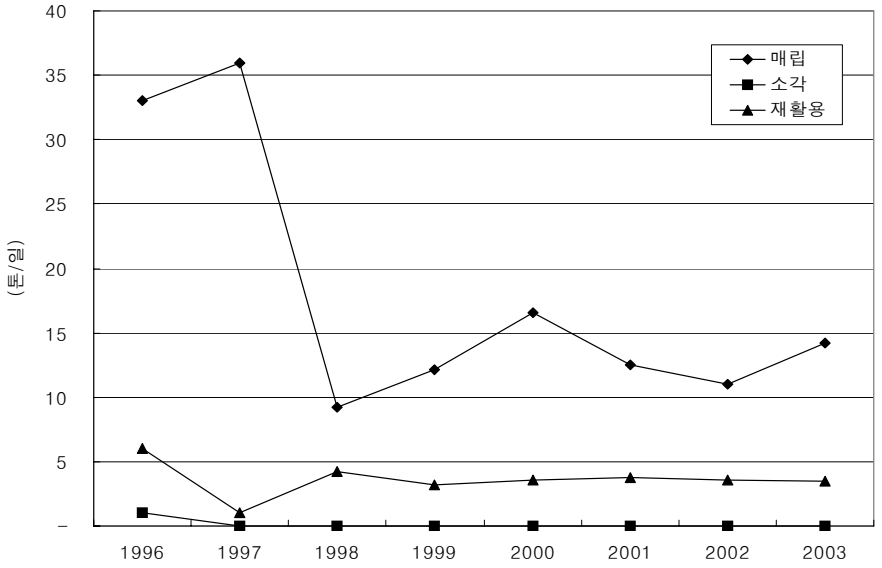
<그림 5.3-46> 완주군 배출량 및 잔여매립 용량

(8) 진안군

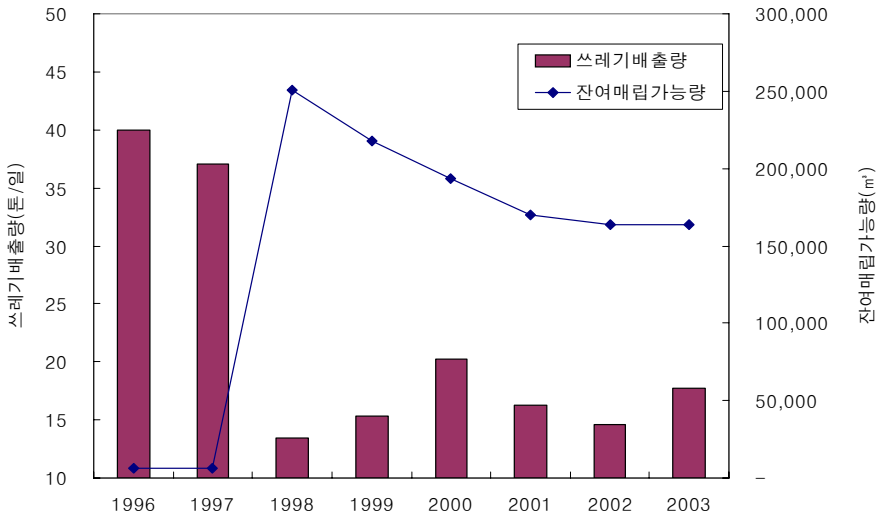
진안군의 쓰레기 매립량은 1998년 큰 폭으로 감소한 이후 불규칙적인 변화를 보이고 있으며, 잔여매립 가능량 역시 1998년 이후 지속적으로 감소하고 있다. 인구감소에 따라 쓰레기 배출량 또한 1998년 이후 큰 폭으로 감소하여 2003년 매립량 14톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과 매립가능 년수는 약 31.5년으로 나타났다.

<표 5.3-40> 진안군 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	42,164	-	-	-	-	-	-
1995	40,125	-	-	-	-	-	-
1996	38,125	40	33	1	6	201,100	6,100
1997	36,027	37	36	-	1	201,100	6,100
1998	34,704	13	9	-	4	270,000	250,330
1999	33,752	15	12	-	3	270,000	217,600
2000	31,359	20	17	-	4	270,000	193,256
2001	32,750	16	13	-	4	270,000	170,320
2002	30,543	15	11	-	4	270,000	163,423
2003	30,673	18	14	-	4	270,000	163,423



<그림 5.3-47> 진안군 쓰레기 처리현황



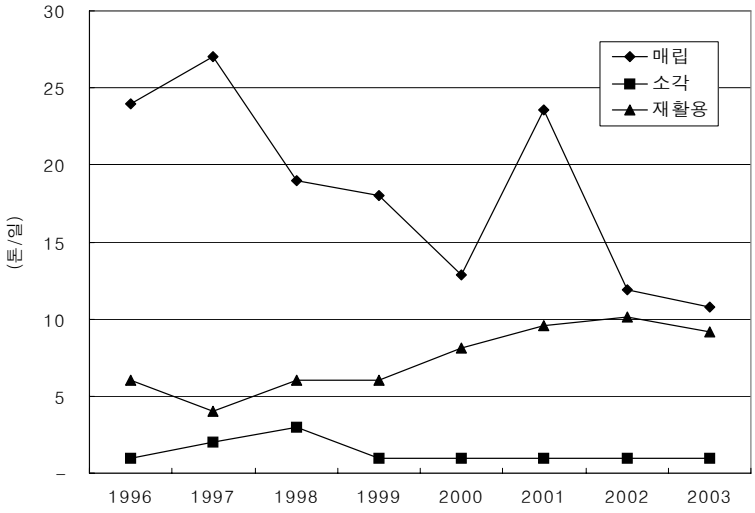
<그림 5.3-48> 진안군 배출량 및 잔여매립 용량

(9) 무주군

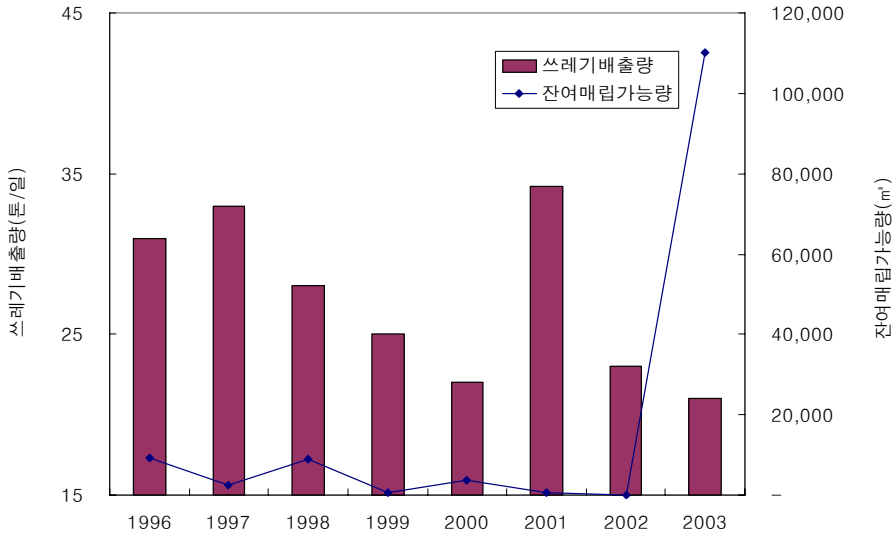
무주군의 쓰레기 매립량은 최근들어 급격히 감소하였으며, 반면 재활용양은 증가추세를 보이고 있다. 잔여매립 가능량이 2003년에 큰 폭으로 증가하여 2003년 매립량 11톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과 매립가능 년수는 약 27.9년으로 나타났다.

<표 5.3-41> 무주군 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	33,128	-	-	-	-	-	-
1995	32,320	-	-	-	-	-	-
1996	31,531	31	24	1	6	77,100	9,290
1997	30,866	33	27	2	4	77,050	2,540
1998	30,610	28	19	3	6	151,250	8,940
1999	31,813	25	18	1	6	82,050	605
2000	29,254	22	13	1	8	86,150	3,650
2001	30,385	34	24	1	10	86,150	650
2002	27,949	23	12	1	10	90,050	-
2003	26,785	21	11	1	9	180,000	110,000



<그림 5.3-49> 무주군 쓰레기 처리현황



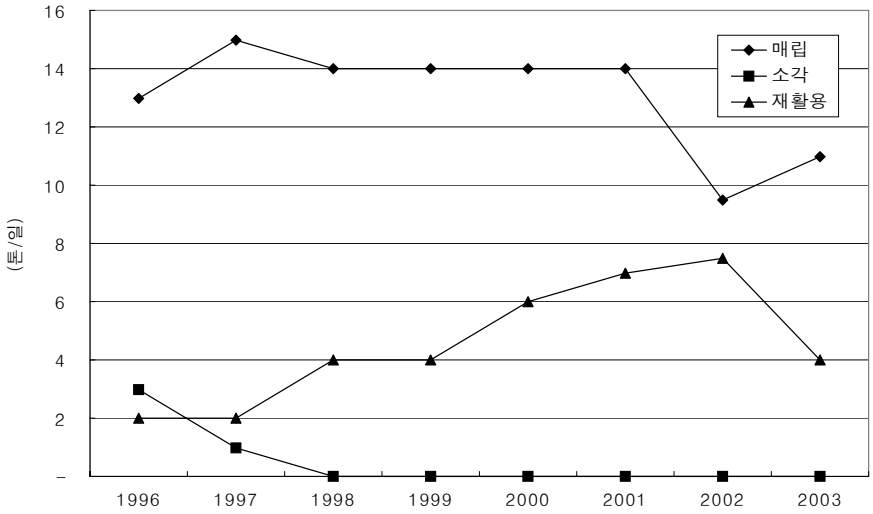
<그림 5.3-50> 무주군 배출량 및 잔여매립 용량

(10) 장수군

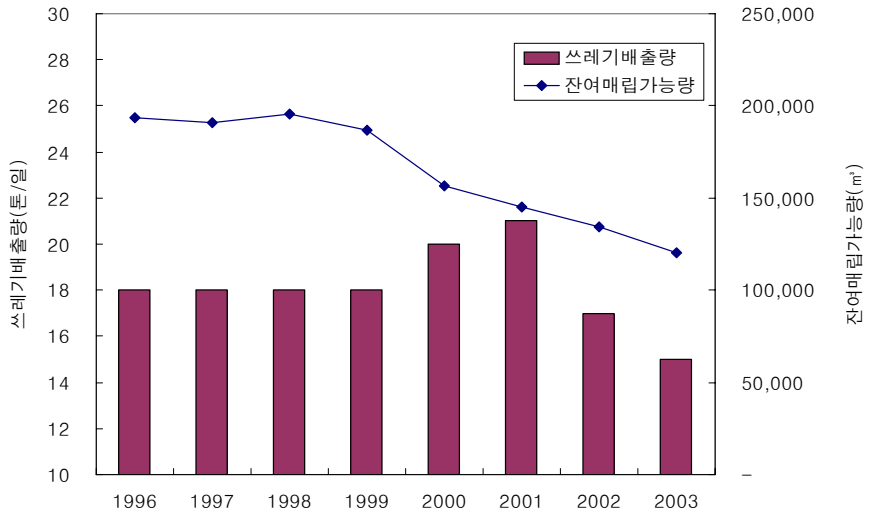
장수군 쓰레기 매립은 2001년 이후 감소추세를 보이고 있으며, 잔여매립 가능량 또한 지속적으로 감소하고 있다. 또한, 쓰레기 배출량 역시 2002년 이후 감소추세를 보이고 있어 2003년 매립량 11톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과 매립가능년수는 약 30년으로 나타났다. 현재 110천㎥ 규모의 매립장을 설치중에 있어 매립가능년수는 더욱 증가할 것으로 예상된다.

<표 5.3-42> 장수군 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	32,656	-	-	-	-	-	-
1995	31,502	-	-	-	-	-	-
1996	30,654	18	13	3	2	252,285	193,726
1997	29,801	18	15	1	2	252,285	190,997
1998	30,556	18	14	-	4	262,785	195,622
1999	30,207	18	14	-	4	210,500	187,140
2000	30,126	20	14	-	6	210,500	156,300
2001	30,521	21	14	-	7	210,500	145,350
2002	26,463	17	10	-	8	210,500	134,400
2003	29,579	15	11	-	4	185,500	120,300



<그림 5.3-51> 장수군 쓰레기 처리현황



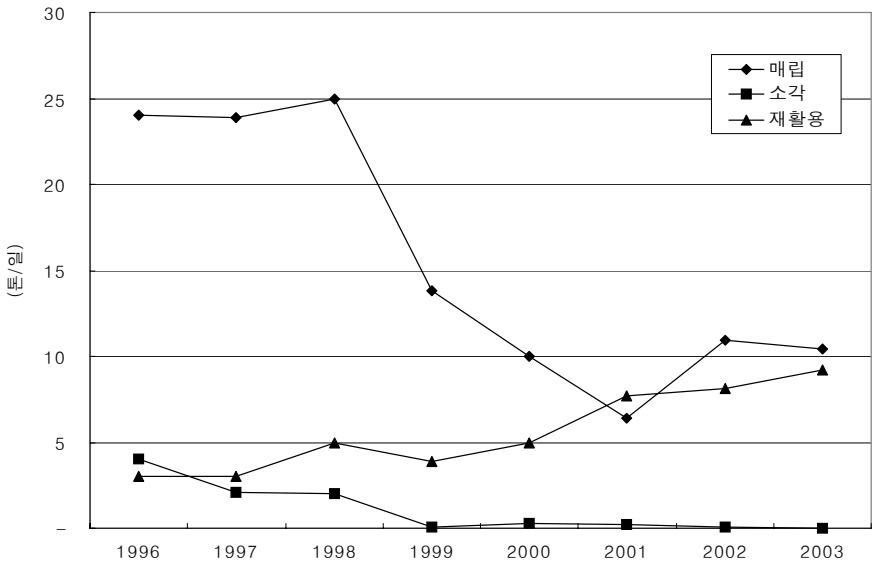
<그림 5.3-52> 장수군 배출량 및 잔여매립 용량

(11) 임실군

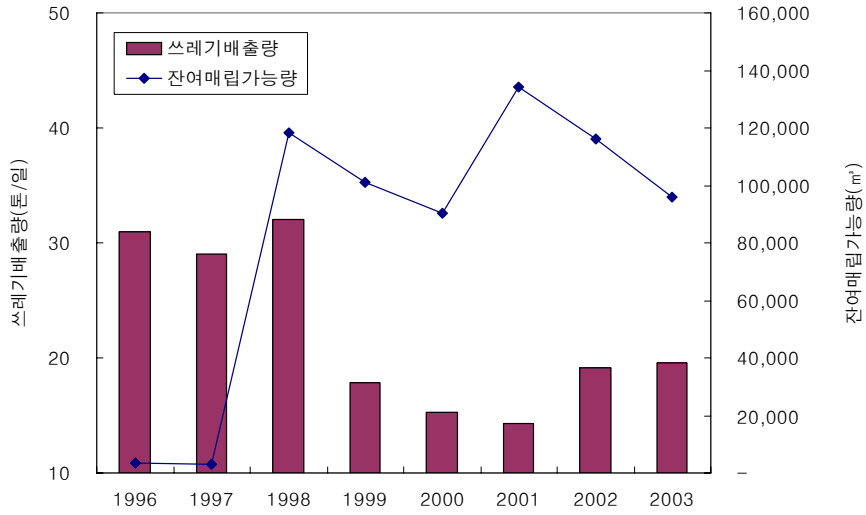
임실군의 쓰레기 매립량은 1998년 이후 급격히 감소한 반면 재활용양은 지속적으로 증가하고 있다. 지속적인 인구감소와 함께 쓰레기 배출량이 1999년 이후 큰 폭으로 감소하여 2003년 매립량 10톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과 매립가능년수는 약 25.3년으로 나타났다.

<표 5.3-43> 임실군 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	46,078	-	-	-	-	-	-
1995	44,637	-	-	-	-	-	-
1996	43,028	31	24	4	3	29,820	3,320
1997	41,395	29	24	2	3	29,820	2,820
1998	40,572	32	25	2	5	122,173	118,094
1999	39,327	18	14	-	4	122,173	101,073
2000	37,605	15	10	-	5	122,173	90,233
2001	37,548	14	6	-	8	177,433	134,171
2002	35,165	19	11	-	8	177,433	116,105
2003	34,443	20	10	-	9	177,433	96,105



<그림 5.3-53> 임실군 쓰레기 처리현황



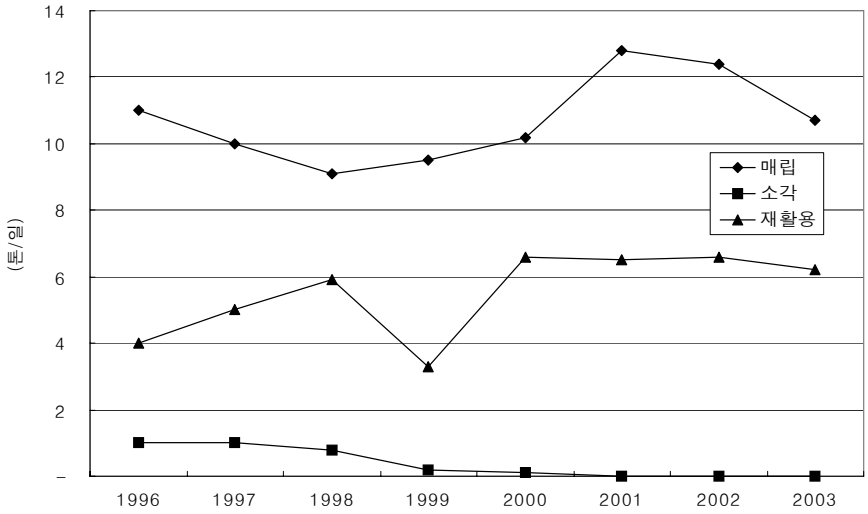
<그림 5.3-54> 임실군 배출량 및 잔여매립 용량

(12) 순창군

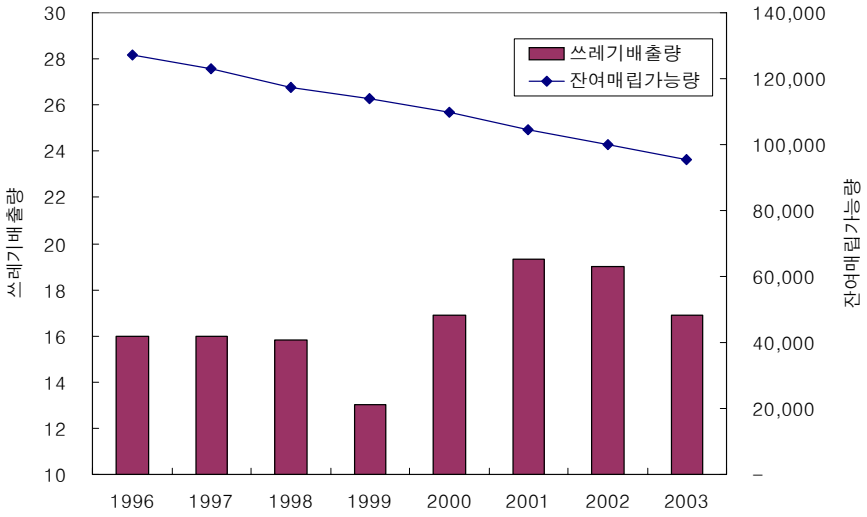
순창군의 쓰레기 매립량은 최근들어 소폭의 감소추세를 보이고 있으며, 쓰레기 배출량 또한 2001년 이후 소폭의 감소추세를 보이고 있다. 잔여매립 가능량 역시 지속적인 감소추세를 보이고 있으나, 2003년 매립량 11톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과는 약 24.5년으로 나타났다.

<표 5.3-44> 순창군 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	40,991	-	-	-	-	-	-
1995	39,763	-	-	-	-	-	-
1996	38,679	16	11	1	4	173,000	127,300
1997	37,595	16	10	1	5	173,000	123,000
1998	36,882	16	9	1	6	173,000	117,300
1999	35,860	13	10	-	3	173,000	113,800
2000	34,691	17	10	-	7	173,000	109,672
2001	34,003	19	13	-	7	173,000	104,651
2002	32,438	19	12	-	7	173,000	99,935
2003	31,593	17	11	-	6	173,000	95,579



<그림 5.3-55> 순창군 쓰레기 처리현황



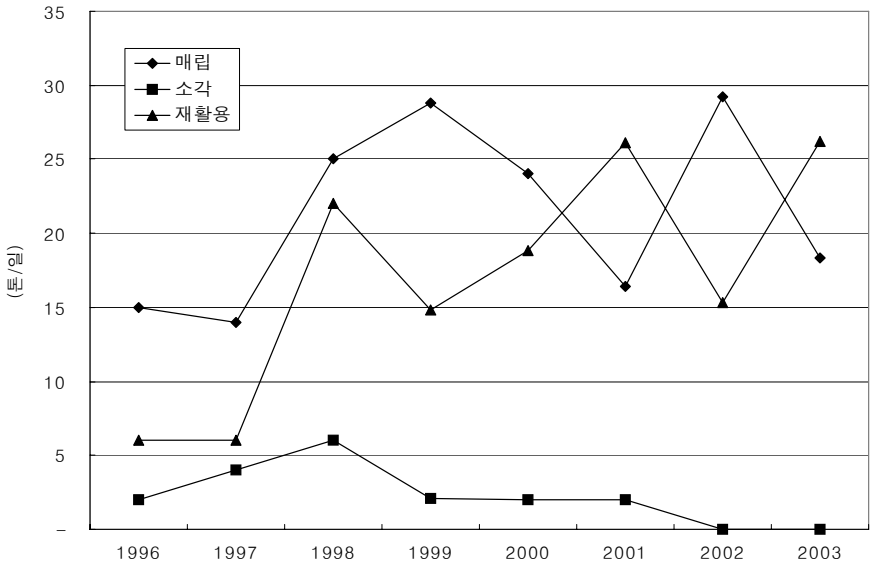
<그림 5.3-56> 순창군 배출량 및 잔여매립 용량

(13) 고창군

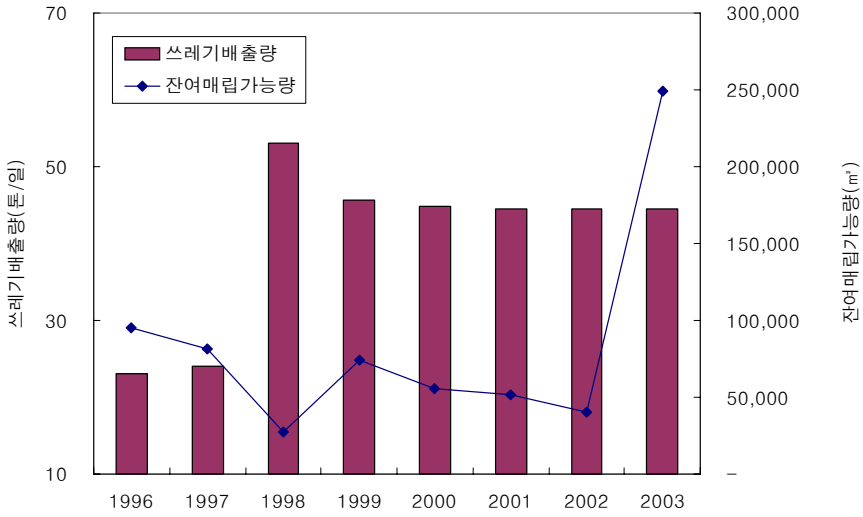
고창군 쓰레기 처리현황은 2000년 이후 매립과 소각 부문에서 불규칙적인 증감율을 보이고 있으며, 쓰레기 배출량은 1999년 이후 거의 변화가 없으나 잔여매립 가능량은 2003년 큰 폭으로 증가하여 2003년 매립량 18톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과는 약 37.3년으로 나타났다.

<표 5.3-45> 남원시 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	88,038	-	-	-	-	-	-
1995	85,239	-	-	-	-	-	-
1996	82,656	23	15	2	6	92,140	95,240
1997	79,823	24	14	4	6	102,840	81,410
1998	78,686	53	25	6	22	102,840	27,470
1999	76,219	46	29	2	15	117,940	73,940
2000	74,227	45	24	2	19	108,440	56,015
2001	74,413	45	16	2	26	108,440	51,615
2002	69,816	45	29	-	15	114,440	39,940
2003	69,878	45	18	-	26	345,362	249,462



<그림 5.3-57> 고창군 쓰레기 처리현황



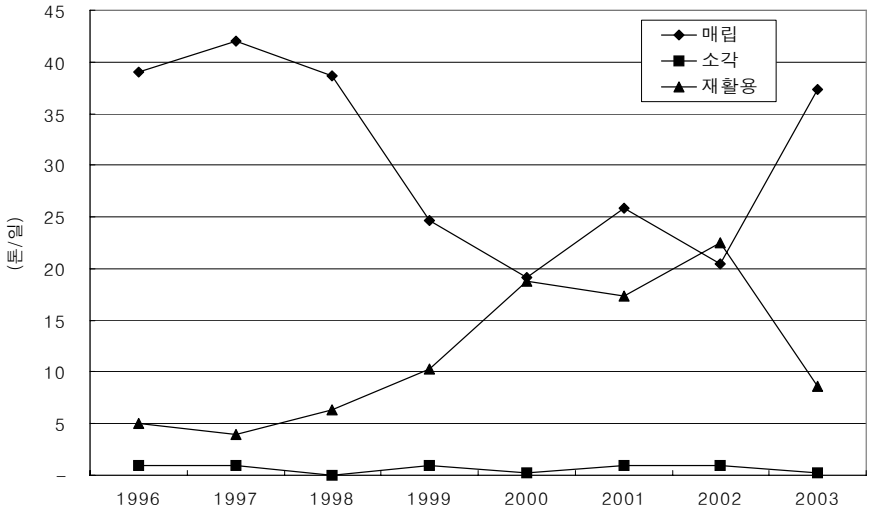
<그림 5.3-58> 고창군 배출량 및 잔여매립 용량

(14) 부안군

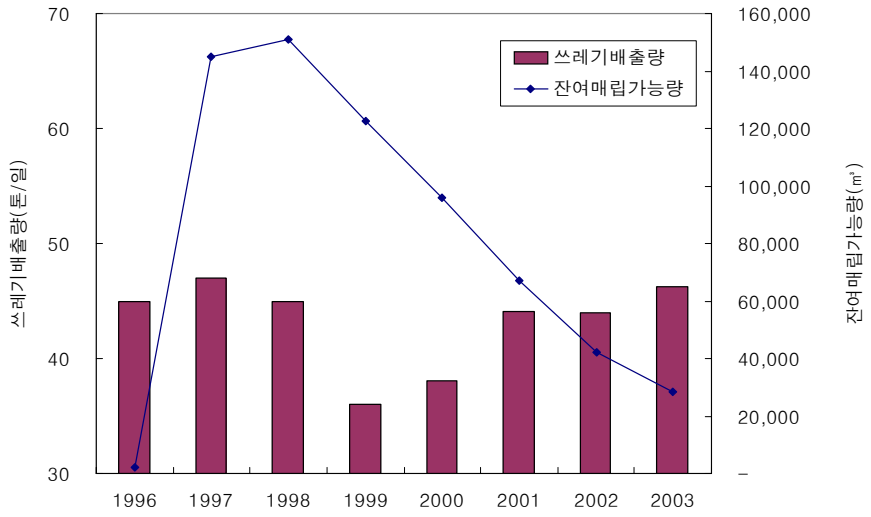
부안군의 쓰레기 매립량은 1997년 이후 감소추세를 보이다가 최근들어 급격히 증가하였으며 재활용량 역시 불규칙하지만 지속적으로 증가추세에 있는 것으로 나타났다. 잔여매립 가능량이 1997년 큰폭으로 증가한 이후 지속적인 감소추세에 있으며 2003년 매립량 37톤/일을 기준으로 매립가능년수를 산정한 결과는 약 2.1년으로 나타났다. 현재 170천㎥ 규모의 매립장을 설치하고 있어 향후 매립가능년수가 증가할 것으로 예상된다.

<표 5.3-46> 부안군 쓰레기 처리현황

구분	인구 (명)	쓰레기배출량 (톤/일)	매립 (톤/일)	소각 (톤/일)	재활용 (톤/일)	총매립용량 (㎥)	잔여매립가능량 (㎥)
1994	86,710	-	-	-	-	-	-
1995	84,383	-	-	-	-	-	-
1996	82,184	45	39	1	5	185,000	2,000
1997	80,329	47	42	1	4	170,000	145,000
1998	79,452	45	39	-	6	170,000	150,825
1999	77,620	36	25	1	10	170,000	122,685
2000	74,877	38	19	-	19	170,000	95,717
2001	76,072	44	26	1	17	170,000	67,000
2002	70,546	44	21	1	23	170,000	42,000
2003	68,256	46	37	-	9	170,000	28,400



<그림 5.3-59> 부안군 쓰레기 처리현황



<그림 5.3-60> 부안군 배출량 및 잔여매립 용량

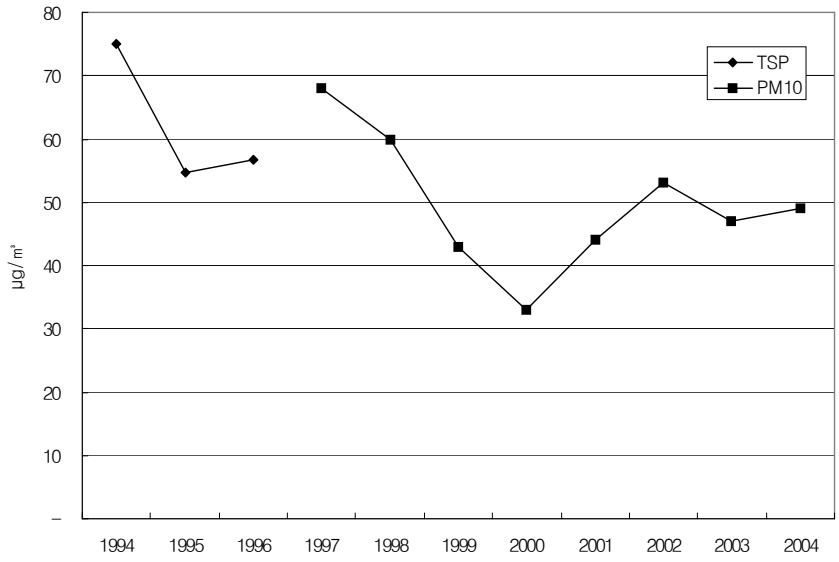
4) 대기오염

(1) 전주시

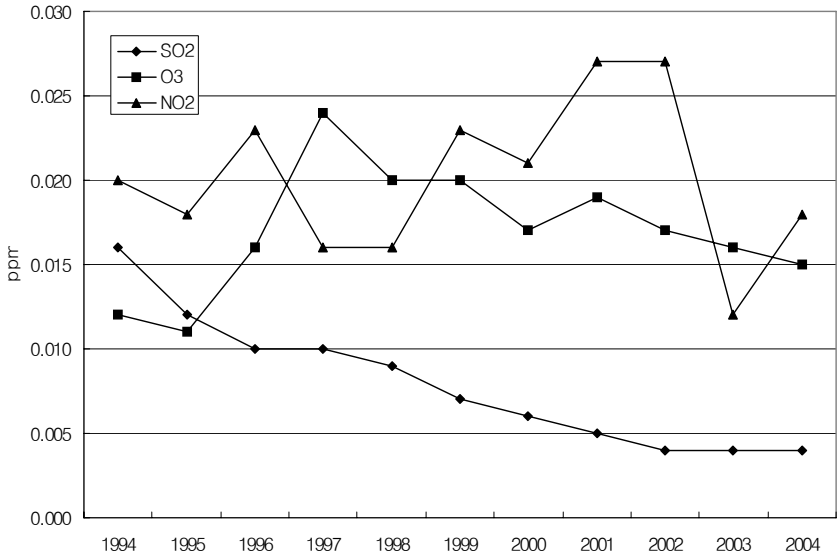
전주시의 대기오염 중 PM_{10}은 2000년 이후 증가추세를 보이고 있으며, SO_2는 지속적인 감소추세를 보이고 있다. O_3, NO_2, CO는 불규칙적인 감소추세를 보이고 있다.

<표 5.3-47> 전주시 대기오염 현황

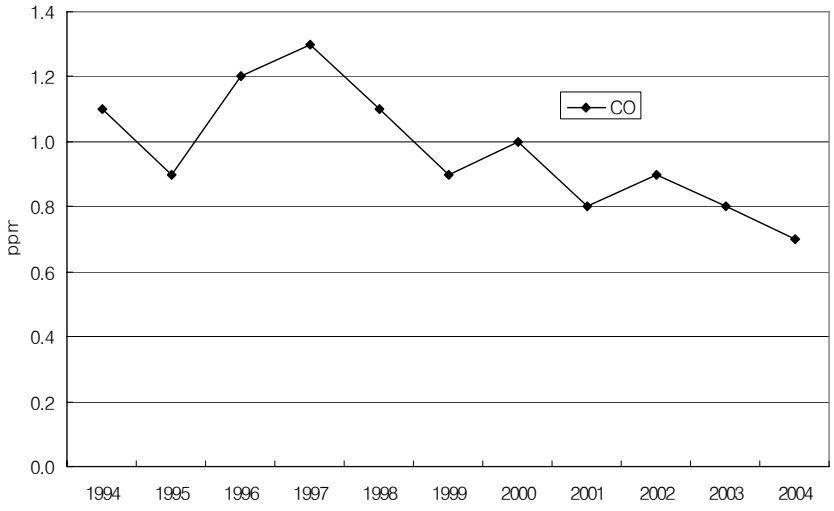
구분	SO_2	TSP	PM_{10}	O_3	NO_2	CO
환경기준	연간평균 0.02ppm.이하	연간평균 150㎍/㎥이하	연간평균 70㎍/㎥이하	8시간평균 0.06ppm이하	연간평균 0.05ppm이하	8시간평균 9ppm이하
1994	0.016	75	-	0.012	0.020	1.1
1995	0.012	55	-	0.011	0.018	0.9
1996	0.010	57	-	0.016	0.023	1.2
1997	0.010	-	68	0.024	0.016	1.3
1998	0.009	-	60	0.020	0.016	1.1
1999	0.007	-	43	0.020	0.023	0.9
2000	0.006	-	33	0.017	0.021	1.0
2001	0.005	-	44	0.019	0.027	0.8
2002	0.004	-	53	0.017	0.027	0.9
2003	0.004	-	47	0.016	0.012	0.8
2004	0.004	-	49	0.015	0.018	0.7



<그림 5.3-61> 전주시 TSP 및 PM_{10} 현황



<그림 5.3-62> 전주시 SO_2, O_3 및 NO_2 현황



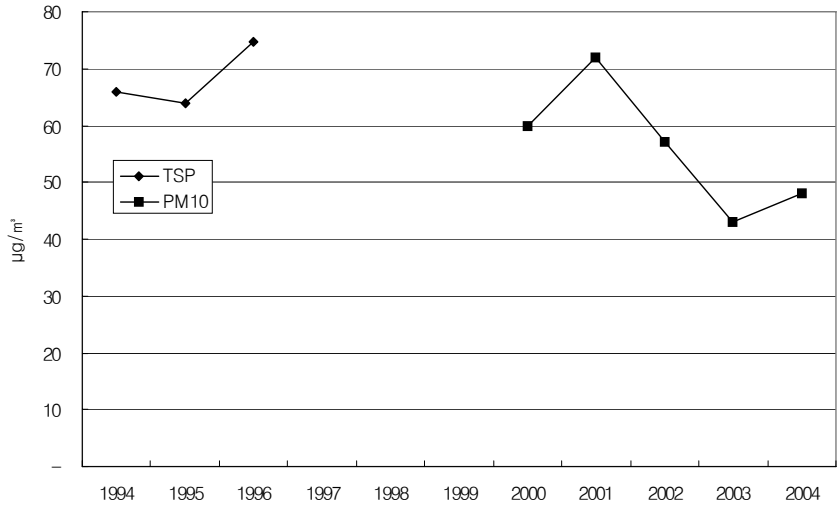
<그림 5.3-63> 전주시 CO 현황

(2) 군산시

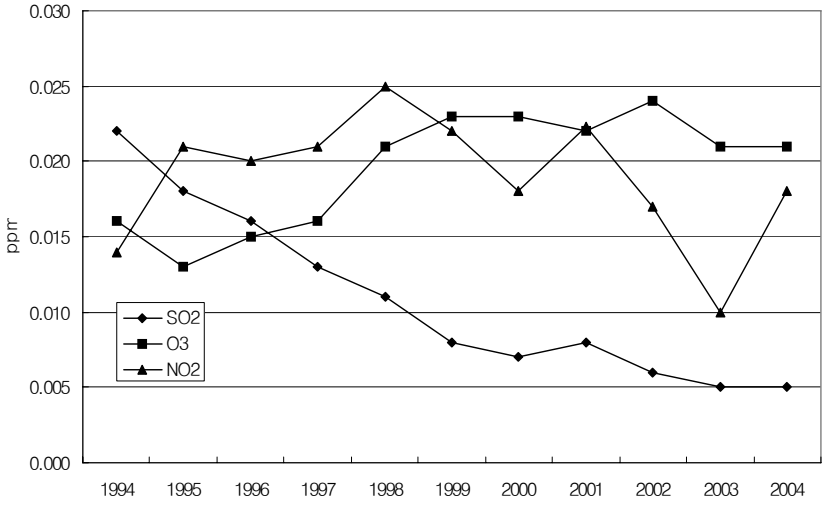
군산시의 대기오염 중 PM_{10}은 2001년 이후 큰 폭으로 감소하였으며, SO_2는 지속적인 감소추세를 보이고 있다. O_3, NO_2, CO는 불규칙적인 감소추세를 보이고 있으며, O_3는 2004년 기준 0.021ppm으로 3개 시·군 중에서 가장 높게 나타났다.

<표 5.3-48> 군산시 대기오염 현황

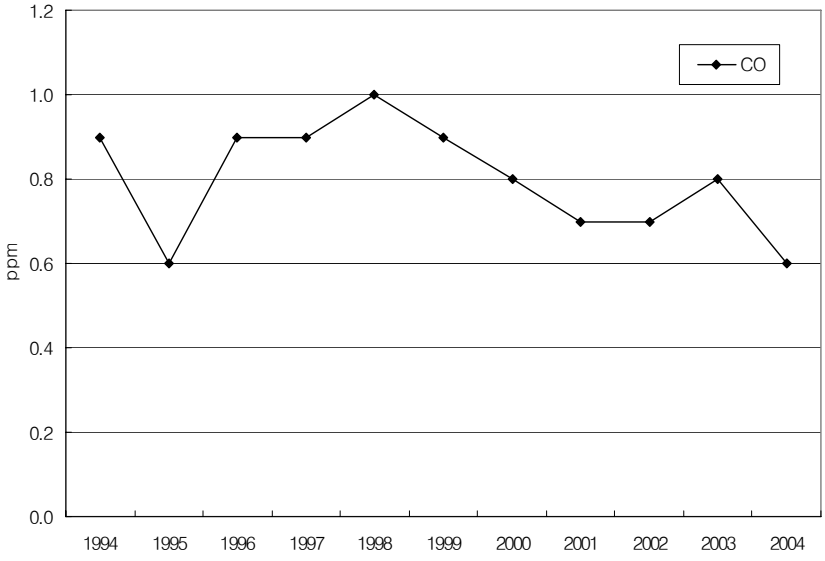
구분	SO_2	TSP	PM_{10}	O_3	NO_2	CO
환경기준	연간평균 0.02ppm이하	연간평균 150㎍/㎥이하	연간평균 70㎍/㎥이하	8시간평균 0.06ppm이하	연간평균 0.05ppm이하	8시간평균 9ppm이하
1994	0.022	66	-	0.016	0.014	0.9
1995	0.018	64	-	0.013	0.021	0.6
1996	0.016	75	-	0.015	0.020	0.9
1997	0.013	-	-	0.016	0.021	0.9
1998	0.011	-	-	0.021	0.025	1.0
1999	0.008	-	-	0.023	0.022	0.9
2000	0.007	-	60	0.023	0.018	0.8
2001	0.008	-	72	0.022	0.022	0.7
2002	0.006	-	57	0.024	0.017	0.7
2003	0.005	-	43	0.021	0.010	0.8
2004	0.005	-	48	0.021	0.018	0.6



<그림 5.3-64> 군산시 TSP 및 PM_{10} 현황



<그림 5.3-65> 군산시 SO_2, O_3 및 NO_2 현황



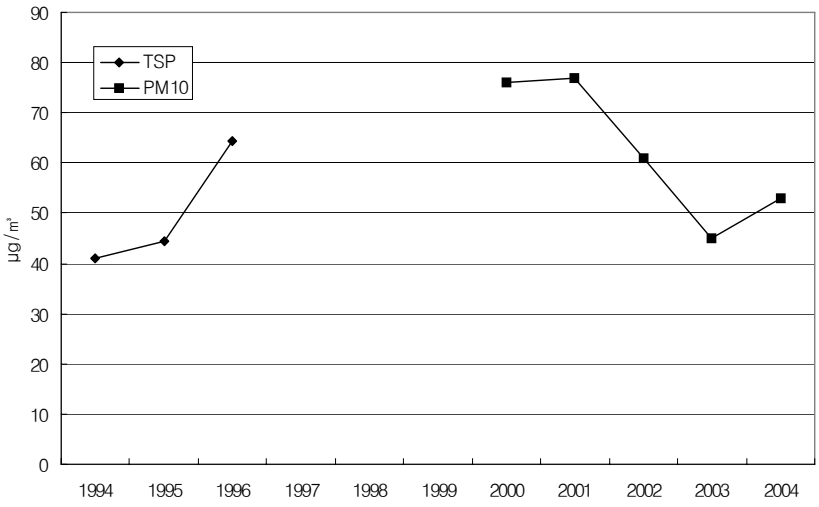
<그림 5.3-66> 군산시 CO 현황

(3) 익산시

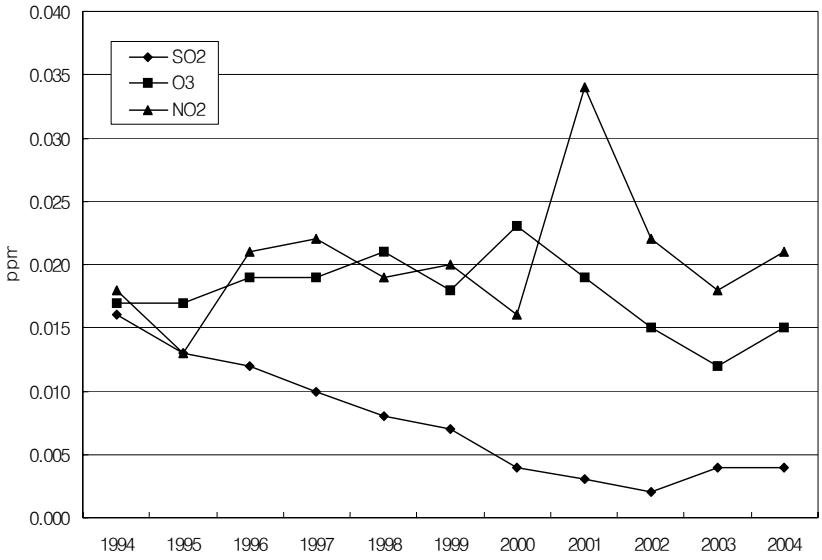
익산의 대기오염 중 PM_{10}은 2001년 이후 감소추세를 보였으나, 2004년 기준 3개시·군중에서 가장 높은 53μg/㎥를 나타내고 있으며, NO_2 또한 가장 높은 0.021ppm을 보이고 있다. SO_2는 지속적인 감소추세를 보이고 있으며, O_3, CO는 불규칙적인 변화율을 보이고 있다.

<표 5.3-49> 익산시 대기오염 현황

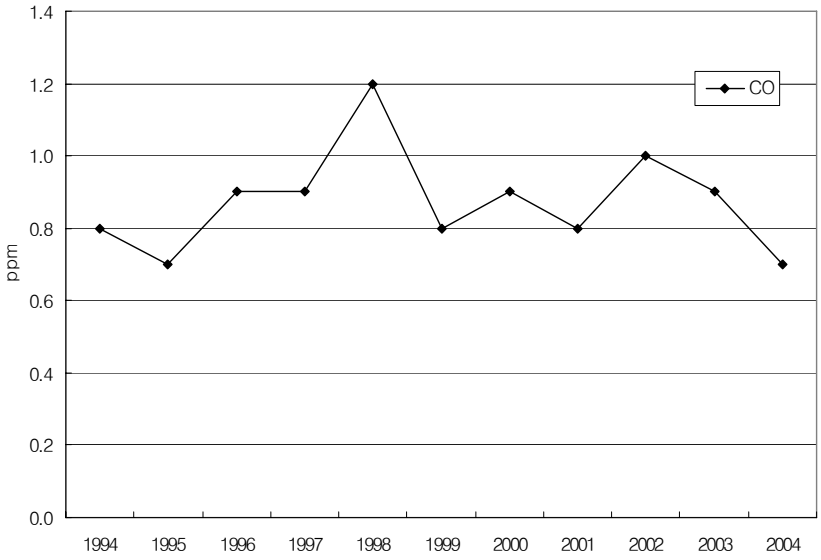
구분	SO_2	TSP	PM_{10}	O_3	NO_2	CO
환경기준	연간평균 0.02ppm이하	연간평균 150㎍/㎥이하	연간평균 70㎍/㎥이하	8시간평균 0.06ppm이하	연간평균 0.05ppm이하	8시간평균 9ppm이하
1994	0.016	41	-	0.017	0.018	0.8
1995	0.013	45	-	0.017	0.013	0.7
1996	0.012	65	-	0.019	0.021	0.9
1997	0.010	-	-	0.019	0.022	0.9
1998	0.008	-	-	0.021	0.019	1.2
1999	0.007	-	-	0.018	0.020	0.8
2000	0.004	-	76	0.023	0.016	0.9
2001	0.003	-	77	0.019	0.034	0.8
2002	0.002	-	61	0.015	0.022	1.0
2003	0.004	-	45	0.012	0.018	0.9
2004	0.004	-	53	0.015	0.021	0.7



<그림 5.3-67> 익산시 TSP 및 PM_{10} 현황



<그림 5.3-68> 익산시 SO_2, O_3 및 NO_2 현황



<그림 5.3-69> 익산시 CO 현황

제 6 장

전라북도 도시개발용량 평가

・기본적으로 도시개발의 속도와 수준은 당해 도시의 개발용량을 고려해서 조절할 필요가 있는데, 도시개발용량은 도시가 가지고 있는 자원과 시설 등의 수용능력으로 나타내는 것으로 일정지역 또는 도시의 개발수준과 속도를 조절하는 중요한 척도로 삼을 수 가 있다.

・전술한 환경용량 평가 방법, 즉 생태적발자국 지수(Ecological Footprint), 에머지 분석(Emergy), 오니시(Onishi) 등의 접근 방법은 환경보전 측면에서의 접근이라 할 수 있다. 도시가 성장하고 소멸하는 과정에서 나타나는 도시의 기본적인 인프라를 활용한 평가모델의 도입 및 적용을 통해 지역별 개발수준을 적절히 조절하여 전라북도 내의 균형있는 발전을 유도하기 위한 목적으로 도시개발용랴을 평가한다.

제6장 전라북도 도시개발용량 평가

제1절 선행관련연구의 검토

1. 관련연구의 검토

「경기도내 지역개발 분석(경기개발연구원, 1995)」에서는 지리정보시스템을 이용하여 경기도내 지역개발 격차를 분삭하였으나, 주된 내용은 지역내 변이계수와 지역개발지수를 산출하여 지역별로 단순비교 하였고, 주된 비교항목으로는 도로율, 상수도보급율, 하수도 보급률 등 3가지 지표를 사용하였다.

「도시기발시설 수준의 평가와 공급기준설정에 관한 연구(이양재, 조재성, 신도호, 1995)」에서는 도시규모에 따른 도시시설의 공공시설 수요량을 분석하기 위해 도시기반시설 수준을 도시규모에 따라 연도별, 시계열 분석과 회귀분석을 통해 측정하였으며, 분석대상 도시시설에는 7개분야 17개 시설이 포함되었고, 1970, 1980, 1990년의 3개 시점을 기준으로 분삭한 결과를 가지고 도시기반시설의 현황과 실제 계획시설 기준과의 비교를 통해 기반시설의 부족현상을 파악하였다.

「도시기반시설의 지역별 지표분석 연구(국토연구원, 1990)」에서는 국내 도시들에 대한 총량적인 도시기반시설 수준을 인구규모와 대비해서 각 시설의 주요 추이를 분석하는 것으로 7개 부문 41개 지표를 선정하고 변이계수를 산출하여 비교하였다.

「지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산정과 환경지표개발에 관한 연구(문태훈,

1997)」에서는 환경용량을 산정하기 위해 동태적 체계이론(system dynamics)모델링 기법을 적용하여 인구, 산업, 주택, 환경, 토지 등 5가지 부문간의 인과관계를 토대로 균형개발용량을 추정하였다.

「지속가능한 도시개발을 위한 용량 접근방법(Takashi Onish, 1994)」에서는 지속가능한 도시개발을 위해 용량접근방법으로 다양한 도시시설을 쾌적하게 이용할 수 있는 도시용량을 공급용량으로 보고 도시에 거주하거나 활동하는 사람들이 필요로 하는 도시시설 소요량을 수용용량으로 간주하였다. 산정지표로는 상수도 공급량, 하수처리량, 쓰레기처리량, 철도용량, 도로용량, 대기오염정동, 그리고 토지지용용량을 산정하였다.

<표 6.1-1> 관련연구의 산정지표

관련연구	년 도	산정지표(관련내용)
도시기반시설의 지역별 지표분석 연구	1990	7개부문 43개 지표
지속가능한 도시개발을 위한 용량 접근방법	1994	상수도 공급량, 하수처리량, 쓰레기처리량, 철도용량, 도로용량, 대기오염정도, 토지용용량
경기도내 지역개발격차 분석	1995	도로율, 상수도보급율, 하수도보급율
기반시설제약조건하에서의 도시개발용량과 토지이용밀도	1996	도로, 지하철, 상수도, 하수도
서울시 성장관리 모니터링체계 구축 연구	1997	프로그램 모니터링, 성과 모니터링

2. 사례연구의 검토

국내의 관련 사례로서는 「제주도 친환경 개발을 위한 환경지표 설정(제주도, 1997)」과 「경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구(경기개발연구원, 1999)」가 있다.

「제주도 친환경 개발을 위한 환경지표 설정(제주도, 1997)」에서 대기용량, 수자원용량, 토지용량 등을 기준으로 제시한 제주도의 적정인구는 60만에서 70만 명 정도이고, 제주지역에 적정한 산림면적은 80,000ha에서 90,000ha 정도이며, 적정한 자동차 대수는 20만대에서 25만대, 그리고 적정한 관광객수는 5백만에서 6백만 수준으로 제시되었다.

경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구(경기개발연구원, 1999)」에

서 토지용량, 교통용량, 산림용량, 상수도용량, 하수도 용량 등을 기준으로 여유용량지역, 적정용량지역, 부족용량지역으로 구분하였다.

<표 6.1-2> 사례연구의 산정지표

사례연구	년 도	산정지표(관련내용)
제주도 친환경 개발을 위한 환경지표 설정	1997	대기용량, 수자원용량, 토지용량
경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발 연구	1999	토지용량, 교통용량, 산림용량 상수도용량, 하수도용량

제2절 평가항목 산정 및 산정과정

1. 도시개발용량 평가항목 산정

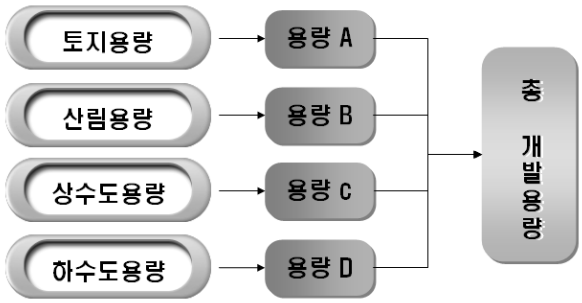
이론적인 측면에서는 평가항목에 포함되는 지표가 매우 광범위하지만 실제적으로 자료구축 측면에서는 상당히 제한적일 수밖에 없는 한계가 있기 때문에 본 연구에서는 관련연구 및 사례연구에서 제시된 수 있는 기본적인 4가지 항목을 지표로 설장하고 평가하였으며, 세부 지표는 토지용량, 산림용량, 상수도용량, 하수도용량 등으로 구분하였다.

토지용량은 도시 또는 지역내의 개발이 가능한 토지(개발가능지)를 기준으로 하고, 산림용량은 공원용량 및 산림면적용량을 기준으로 하였으며, 상수도용량은 시설용량을 기준으로 산정용량 및 여유용량을 추정하였으며, 하수도용량은 시설용량, 오수전환율 등을 고려하여 수용가능인구를 산정하였다.

토지용량, 산림용량, 상수도용량, 하수도용량 등 부문별로 적정한 산정용량을 계산하여 이를 현재용량과 비교하였으며, 각 부문별 용량을 종합하여 시군별 평균용량을 산정하였다.

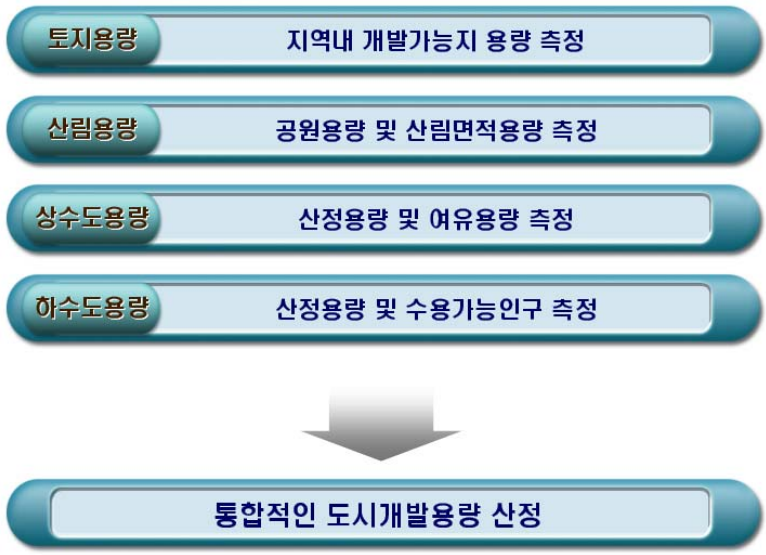
2. 도시개발용량 산정과정

1단계로 토지용량, 산림용량, 상수도용량, 하수도용량 등 부문별로 도시개발용량을 평가하고, 2단계에서는 각 부문별 평가결과를 종합하여 지역별 총 평균용량을 산정하였다.



<그림 6.2-1> 개발용량 산정 개념도

지역별 평균용량은 각 부문별 최대산정용량과 최저 산정용량 값을 제외한 나머지 산정용량을 종합한 후 평균값을 계산하였다.



<그림 6.2-2> 항목별 개발용량 개념구상도

제3절 평가항목별 평가기준

1. 토지용량

도시 또는 지역의 토지용량을 산정하는 것은 도시 또는 지역 내의 토지이용수요를 산출하는 것과 개념적으로 유사한 것으로, '현재의 토지이용상황은 수용가능한 상태이다' 라는 가정을 바탕으로 개념적 동질화가 가능하다.

결국 현재의 상태에 근거하여 전체 지역의 평균적인 토지용량을 산정하는 것을 의미하고, 토지용량을 추정하는 방법으로는 원단위 추정법과 회귀분석법 등이 가능하다.

1) 원단위 추정법

전통적인 원단위법에 의한 방법으로는 토지수요를 산정하는 방법을 단계별로 살펴보면 1단계는 현재의 인구 및 경제활동의 규모를 산정하고, 2단계는 기준(원단위)이 되는 토지이용 밀도기준을 설정하며, 3단계에서는 원단위를 이용하여 용도별 토지이용 수요량을 산출한다.

1단계	현재인구 및 경제활동규모 산정
2단계	토지이용 밀도 기준 설정
3단계	토지이용 수요량 산출(총량)

<그림 6.3-1> 토지이용 수요량 산출 단계

위 토지이용수요량은 다음과 같은 식으로 표현이 가능하다.

$$\text{토지이용수요량}(㎢) = \frac{\text{인구 및 경제활동 규모}(인)}{\text{토지이용밀도}(인/㎢)}$$

위 식에서 토지이용수요량 항목 대신에 가용토지면적을 대입하면 대상토지면적의

용량으로 산정이 가능하다.

가용토지용량(인)=토지이용밀도(인/㎢)×가용토지면적(㎢)

가용토지용량 산정법을 단계별로 정리하면, 1단계에서는 가용토지 총량을 결정하고, 2단계에서 토지이용밀도 기준(원단위)을 선정하여 3단계에서 가용토지용량에 따른 인구규모를 산출한다.

1단계	가용토지 총량 산정
2단계	토지이용 밀도 기준 설정(가정)
3단계	가용토지량에 의한 적정인구규모 산출

<그림 6.3-2> 단계별 토지용량 산정 방법

2) 회귀분석법

원단위 산정법이 순수한 가용토지 용량만을 고려하여 정책적으로 설정된 토지이용밀도를 적용하여 가용토지용량을 산정하는데 비해, 회귀분석법은 역시 동일한 가정하에 토지용라에 영향을 미치는 변수들을 선정하여 그 관계식을 적용함으로서 토지용량을 추정하는 방법이다.

회귀분석에 의한 용량 산정법은 용량과 연관이 있을 것으로 예상되는 변수를 설정하여 관계식을 추정하므로, 변수변화에 따른 용량의 변화를 확인하는데 보다 유용하다.

토지용량(인구규모)=$a+b_1*B_1+b_2*B_2+\cdots+b_n*B_n$

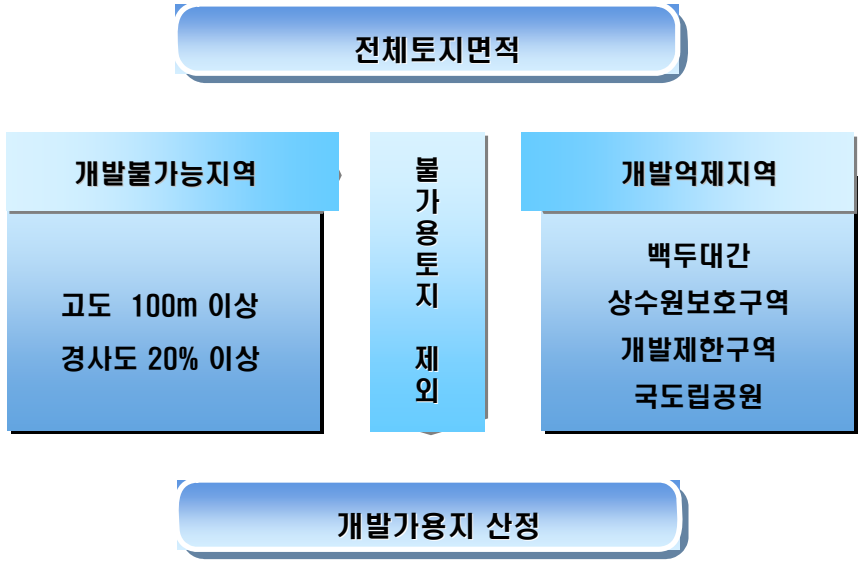
위의 식은 선형모형의 예로 나타내어 있으나, 실제 이러한 선형의 관계를 반드시 갖는것은 아니며, 실제 대상지역의 특성에 따라 비선형모형으로 구성될 수도 있다.

3) 개발가용지 산정

개발가능한 가용토지는 전체 토지면적에서 개발불가능지역과 개발억제지역을 제외한 나머지 면적을 말한다.[7)]

개발가용토지면적 = 전체면적-(개발불가능지역+개발억제지역)

국토 및 도시계획학회에서 규정하고 있는 개발불가능 지역은 일반적으로 고도 100m이상 지역, 경사도 20%이상되는 지역이며, 개발억제구역은 개발제한구역 등으로 규정하고 있다.



<그림 6.3-3> 개발가용지 선정 흐름도

본 과업에서는 현실적으로 개발계획이 불가능한 고도 100m이상 지역 및 경사도 20%이상인 지역인 개발불가능지역과 백두대간, 상수원보호구역, 개발제한구역, 국도립공원 등의 개발억제지역을 전체토지면적에서 제외하여 개발가용지역을 산정키로 한다.

---

7) 대한국토・도시계획학회, 「토지이용계획특론」, 보성각, 1996.

2. 산림용량

1) 법적기준에 의한 용량

도시공원법 시행규칙에서는 하나의 도시계획구역안에 있어서의 도시공원면적의 기준은 당해 도시계획구역안에 거주하는 주민 1인당 6㎡ 이상으로 하고, 개발제한구역·녹지지역을 제외한 도시계획구역안에 있어서의 도시공원면적의 기준은 당해 도시계획구역안에 거주하는 주민 1인당 3㎡이상으로 규정하고 있다.

이는 일반적으로 도시계획구역안에 거주하는 사람에 대한 도시공원의 면적규정이며, 개발제한구역·녹지지역을 제외한 도시공원면적은 산림지역에 해당되는 지역외의 나머지 지역을 기준으로 하였을 경우의 도시공원면적 기준이다.

결국, 대상지 전체를 도시계획구역이라고 할 경우 전체 면적을 고려한 도시공원의 산정식은 다음과 같다.

도시공원면적 = 전체인구수(인)×6(㎡/인)

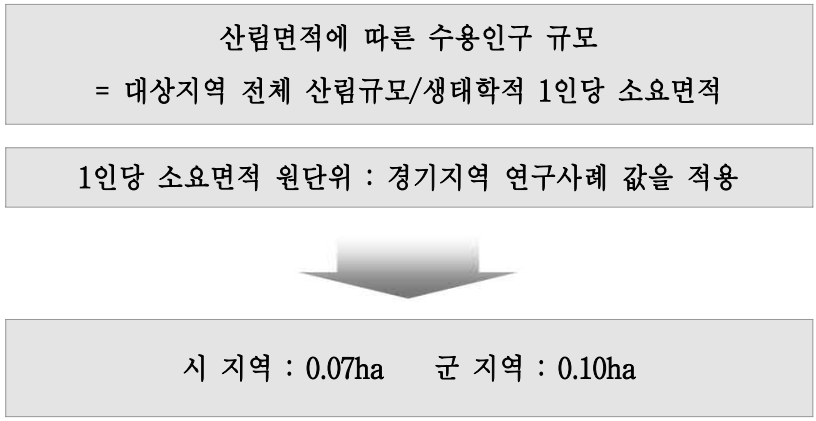
위의 식을 인구수에 대하여 정리하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{수용가능한 전체인구수(인)} = \frac{\text{대상지역내 전체도시공원면적}}{6(\text{㎡/인})}$$

2) 환경 측면에서의 용량

국내에서는 제주도 환경용량 평가 연구(제주도, 1997)와 경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구(경기개발연구원, 1999)를 사례로 들 수 있는데, 전자는 단위면적당 임목축지 면적을 기준으로 사용하였으며, 후자는 생태학적 1인당 소요면적을 기준으로 사용하였다.

본 과업에서는 전라북도와 지정학적 위치가 유사하며, 원단위를 근거로 추정한 경기지역의 산정방식을 적용키로 한다.



<그림 6.3-4> 생태학적 산림용량 산정 방식

산정방식은 전라북도 시군별 전체 산림면적을 인구 1인당 필요로 하는 생태학적 산림면적으로 나누어 수용가능인구수를 산정한다.

인구 1인당 산림면적의 원단위 기준은 전라북도내 시 지역은 0.07ha, 군 지역은 0.10ha를 적용한다.

3. 상수도용량

장래 급수량을 결정하는 요소로는 급수구역내의 급수인구(계획인구)와, 장래 급수구역내의 총 인구와 총인구에 대한 급수 인구의 비율(급수보급율) 등이 있다.

급수인구는 상수도 계획의 기본이 되며, 1일 최대급수량은 정수장의 규모 및 시설계획의 기준이 된다.[8)]

<표 6.3-1> 급수인구에 대한 1인 1일당 최대급수량

계획급수 인구	계획 1인 1일당 최대급수량
10,000 이하	100~150ℓ
50,000 이하	150~250ℓ
500,000 이하	250~350ℓ
500,000 이상	350ℓ

자료 : 이종형, 「최신 상·하수도공학」, 서울, 1996, p21.

8) 이종형, 「최신 상·하수도공학」, 서울, 1996, p12.

일반적으로 도시화가 지속적으로 이루어지고 인구규모가 커질수록 1인당 상수사용량이 늘어나는 것으로 알려져 있어, 상수수요량의 원단위는 시간과 장소에 따라 상시적으로 평가를 요한다.

각 지역별 1인당 평균 상수수요량을 기준으로 원단위를 결정하여 산정용량을 추정하는 방식으로 각 지역의 시설용량을 1일 1인당 급수량으로 나누어 산정용량을 추정한 후 현재인구와 비교하여 여유용량을 산정한다.

산정용량(인) = 시설용량(톤)/1일1인당급수량(리터/인*일)

여유용량(인) = 산정용량(인)-현재인구(인)

<그림 6.3-5> 상수도 용량 산정방식

4. 하수도용량

1단계로 평균 1인 급수량에 오수전환율을 적용하여 실제 평균 1인 오수발생량을 산정하고, 2단계는 시설용량을 평균 값을 평균 1인 오수발생량으로 나누어 수용가능인구를 산출하며, 마지막으로 수용가능인구에서 현재인구(용량)을 제외시켜 여유용량을 산정한다.

평균 1인 오수발생량(ℓ/인) = 평균 1인 급수량(ℓ/인)/오수전환율*100

수용가능인구(인) = 시설용량(톤)/평균 1인 오수발생량(ℓ/인)

여유용량(인) = 수용가능인구(인)-현재인구(인)

<그림 6.3-6> 하수도 용량 산정방식

<표 6.3-2> 시·도별 하수도 보급률 현황

시·도	처리시설	시설용량 (천㎥/일)	전체인구 (명)	처리인구 (명)	보급율 (%)
계	201	19,596	48,517,871	36,760,402	75.8
서 울 시	4	5,810	10,280,523	10,143,883	98.7
부 산 시	7	1,764	3,747,369	2,930,164	78.2
대 구 시	4	1,770	2,540,647	2,446,142	96.3
인 천 시	4	535	2,596,102	2,295,848	88.4
광 주 시	2	720	1,401,525	1,366,687	97.5
대 전 시	1	900	1,424,844	1,332,262	93.5
울 산 시	3	432	1,070,277	701,730	65.6
경 기 도	52	3,360	10,000,047	7,612,952	76.1
강 원 도	7	362	1,543,665	874,195	56.6
충청북도	21	494	1,501,443	1,040,652	69.3
충청남도	12	285	1,918,561	746,756	38.9
전라북도	8	780	1,961,572	1,300,456	66.3
전라남도	26	426	2,059,621	693,715	33.7
경상북도	22	902	2,775,890	1,414,754	51.0
경상남도	25	891	3,143,475	1,508,024	48.0
제 주 도	3	165	552,310	352,182	63.8

자료 : 환경부, 2002.

제4절 도시개발용량 산정

1. 토지용량

1) 가용토지면적 산정

(1) 개발불가능지역

■ 표고 분석

전라북도 지역의 표고 100m 미만 지역은 전체의 37.04%인 2,990.68㎢이며, 100~500m 미만 지역은 49.18%인 3,971.52㎢, 500m 이상 지역은 13.78%인 1,112.49㎢이다.

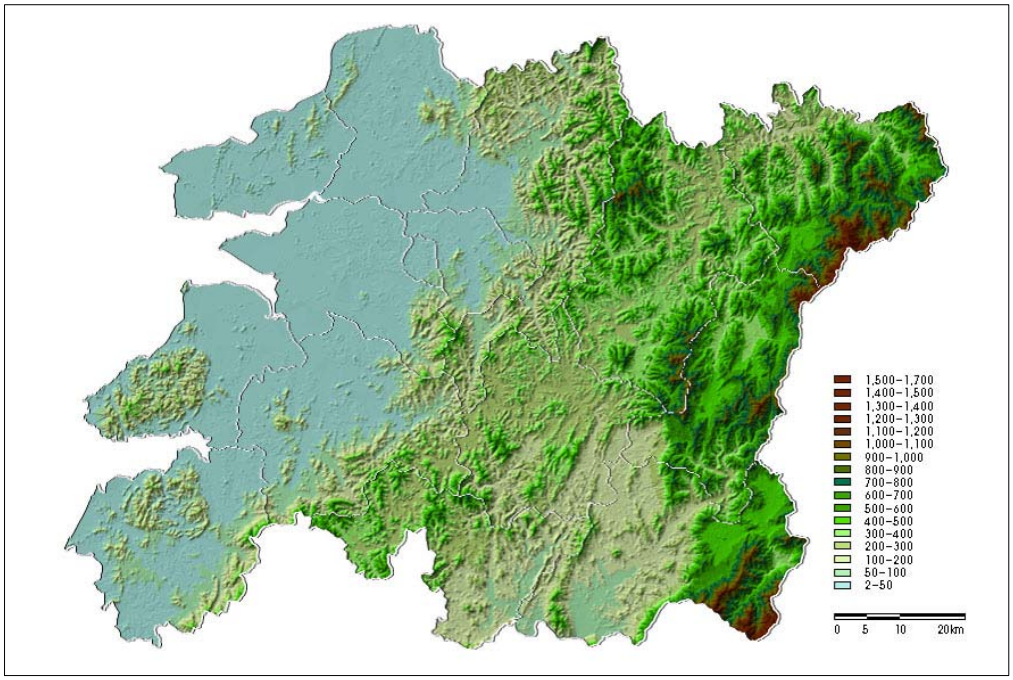
동부산악권[9]의 시·군별 면적 비율은 완주군과 진안군에서 300~400m미만의 비율이 각각 28.57%, 35.69%로 가장 높게 나타났으며, 무주군과 장수군은 500~1,000m미만의 비율이 각각 44.17%, 53.06%로 가장 높게 나타났다. 또한 임실군은 200~300m미만(43.58%), 순창군은 100~200m미만(31.43%)의 비율이 높게 나타났다.

<표 6.4-1> 전라북도 표고 분석

(단위 : ㎢)

구 분	100m 미만	100~200m 미만	200~300m 미만	300~400m 미만	400~500m 미만	500~1,000m 미만	1,000m 이상
계	2,990.68	1,083.73	1,044.42	1,123.42	719.95	1,023.32	89.17
전주시	150.61	26.59	12.2	4.81	1.88	1.12	0.00
군산시	317.03	4.67	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
익산시	467.85	23.71	6.21	1.82	0.29	0.00	0.00
정읍시	438.63	102.81	83.16	42.93	21.05	9.41	0.000
남원시	73.32	229.2	89.79	49.77	98.62	177.3	30.82
김제시	457.25	27.61	13.77	7.77	3.85	1.67	0.00
완주군	217.88	217.15	180.45	282.26	58.35	31.82	0.01
진안군	0.00	0.00	117.26	282.26	188.38	200.53	2.35
무주군	0.00	15.75	69.85	103.27	118.38	278	44.11
장수군	0.00	20.32	22.37	68.06	127.07	282.28	11.88
임실군	0.00	120.5	260.79	151.7	48.89	16.56	0.00
순창군	31.25	154.01	128.13	106.33	47.38	22.85	0.00
고창군	476.62	82.92	30.26	11.84	3.71	1.77	0.00
부안군	360.24	58.49	30.13	10.6	2.1	0.01	0.00

9) 동부산악지역은 남원시, 완주군, 임실군, 순창군, 진안군, 무주군, 장수군임



<그림 6.4-1> 전라북도 표고 분석

■ 경사 분석

전라북도 지역의 경사분석은 전주시, 군산시, 익산시, 정읍시, 김제시 등을 중심으로 평야지가 형성되어 있어 5%미만의 경사를 보이고 있으며, 동부산악권 지역은 산지를 중심으로 한 20% 이상의 경사도를 나타내고 있다.

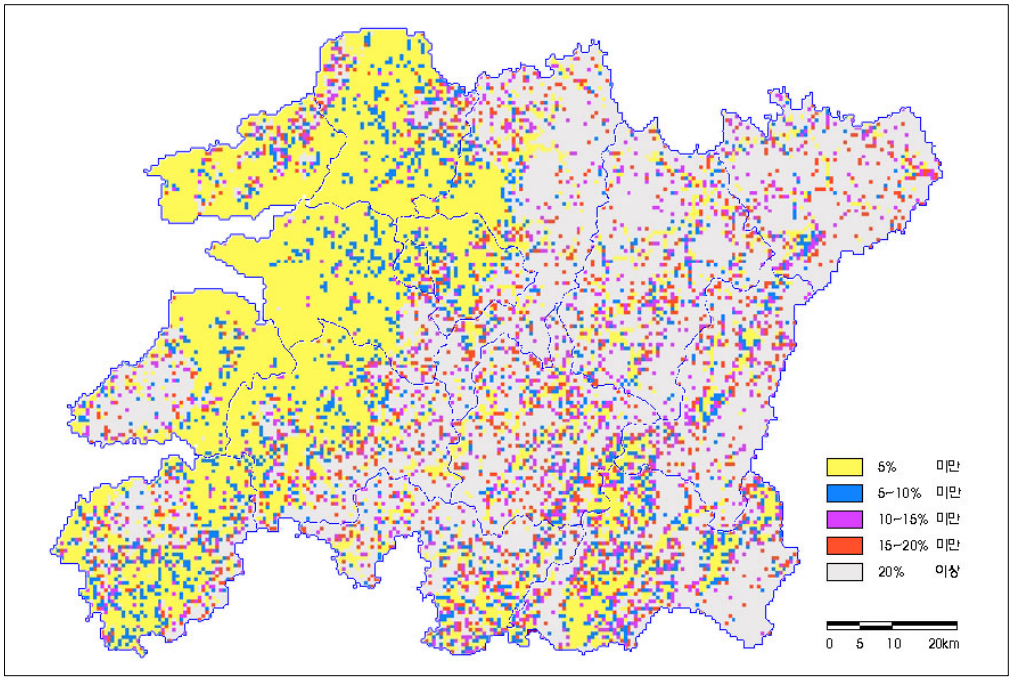
전라북도 내 5% 미만이 전체 면적의 32.82%인 2,616.26㎢, 5~10% 미만 지역은 7.56%인 6002.94㎢, 10~15% 미만 지역은 6.55%인 522.16㎢, 15~20% 미만 지역은 6.05%인 482.33㎢, 20% 이상 지역은 47.02%인 3,748.04㎢로 나타나 20%이상의 비율이 매우 높게 나타났다.

시·군별 경사분석은 20% 이상의 비율이 남원시(49.46%), 완주군(63.62%), 진안군(72.25%), 무주군(78.54%), 장수군(68.86%), 임실군(57.99%), 순창군(55.60%) 지역에서 매우 높게 나타났으며, 무주군과 진안군이 가장 높게 나났다. 기타 지역에서는 5%미만의 비율이 높게 나타나 경사가 완만한 상태이며, 특히 군산시(74.12%), 익산시(60.49%), 김제시(74.55%)가 5%미만의 비율이 높게 나타나 평지를 형성하고 있다.

<표 6.4-2> 전라북도 경사 분석

(단위 : ㎢)

구 분	5% 미만	5~10% 미만	10~15% 미만	15~20% 미만	20% 이상
계	32.82	7.56	6.55	6.05	47.02
전주시	51.16	12.88	5.79	5.90	24.27
군산시	74.12	6.70	4.69	4.51	9.99
익산시	60.49	5.64	4.16	2.86	26.85
정읍시	44.72	8.86	5.67	6.14	34.60
남원시	22.57	10.72	9.49	7.76	49.46
김제시	74.55	7.27	2.88	5.28	10.01
완주군	20.47	5.35	5.15	5.42	63.62
진안군	9.65	5.20	6.99	5.92	72.25
무주군	5.49	3.22	6.66	6.08	78.54
장수군	8.91	5.70	8.85	7.68	68.86
임실군	16.24	6.92	9.85	9.00	57.99
순창군	18.82	9.52	8.20	7.85	55.60
고창군	47.01	14.23	6.91	5.79	26.06
부안군	57.92	7.39	4.26	2.93	27.50



<그림 6.4-2> 전라북도 경사 분석

■ 개발불가능지 분석

개발불가능지를 도출하기 위해 앞서 전제한 표고 100m 이상과 경사도 20% 이상의 기준을 적용할 경우 개발불가능지역은 전라북도 전체 면적의 63.92%인 5,146.00㎢로 나타났다.

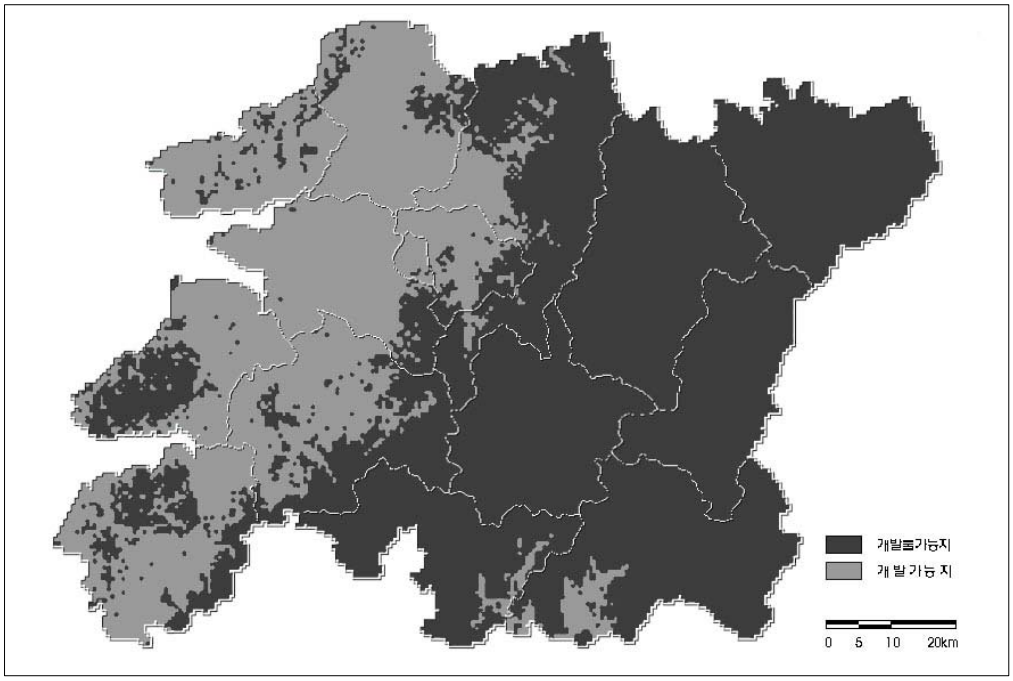
시·군별로는 개발가능지역이 군산시가 91.27%로 가장 높게 나타났으며, 익산시(89.35%), 김제시(88.08%), 전주시(82.36%)순으로 개발가능지역의 비율이 높게 나타나고 있다.

개발 불가능지역은 동부산악권 지역을 중심으로 높게 나타나고 있으며, 특히 진안군, 무주군, 장수군, 임실군 지역은 전체 면적이 개발불가능지로 나타났으며, 순창군(92.80%), 남원시(89.53%) 등의 지역에서의 비율이 매우 높게 나타났다.

<표 6.4-3> 전라북도 개발불가능지역 분석(표고 100m이상 & 경사 20%이상)

(단위 : ㎢, %)

구 분	행정구역	개발불가능지역	비 율
계	8,050.65	5,146.00	63.92
전주시	206.22	57.00	27.64
군산시	378.19	33.00	8.73
익산시	506.97	54.00	10.65
정읍시	692.81	300.00	43.30
남원시	752.81	674.00	89.53
김제시	545.20	65.00	11.92
완주군	820.92	627.00	76.38
진안군	789.09	789.09	100.00
무주군	631.84	631.84	100.00
장수군	533.65	533.65	100.00
임실군	597.15	597.15	100.00
순창군	495.70	460.00	92.80
고창군	606.82	182.00	29.99
부안군	493.28	147.00	29.80



<그림 6.4-3> 전라북도 개발불가능지역(표고 100m이상 & 경사 20%이상)

전라북도의 지형적 특성은 서부 평야지와 동부산악권으로 크게 구분되기 때문에 개발 불가능지로 전제한 표고 100m 이상, 경사도 20% 이상의 기준은 전라북도 전역에 동일하게 적용하는 것은 합리적이지 못하다.

특히 동부산악권의 지역은 해발고도가 매우 높게 나타나 표고 100m 이상 지역을 개발불가능지역으로 설정하는 것은 타당하지 못하기 때문에 개발불가능지역의 산정시 표고는 제외하고 경사도 20%이상 지역만을 고려하기로 한다.

경사도 20% 이상에 해당하는 개발불가능지역은 전라북도 전체 면적의 47.02%인 3,748.04㎢로 나타났으며, 주로 동부산악지역에 집중되어 있다.

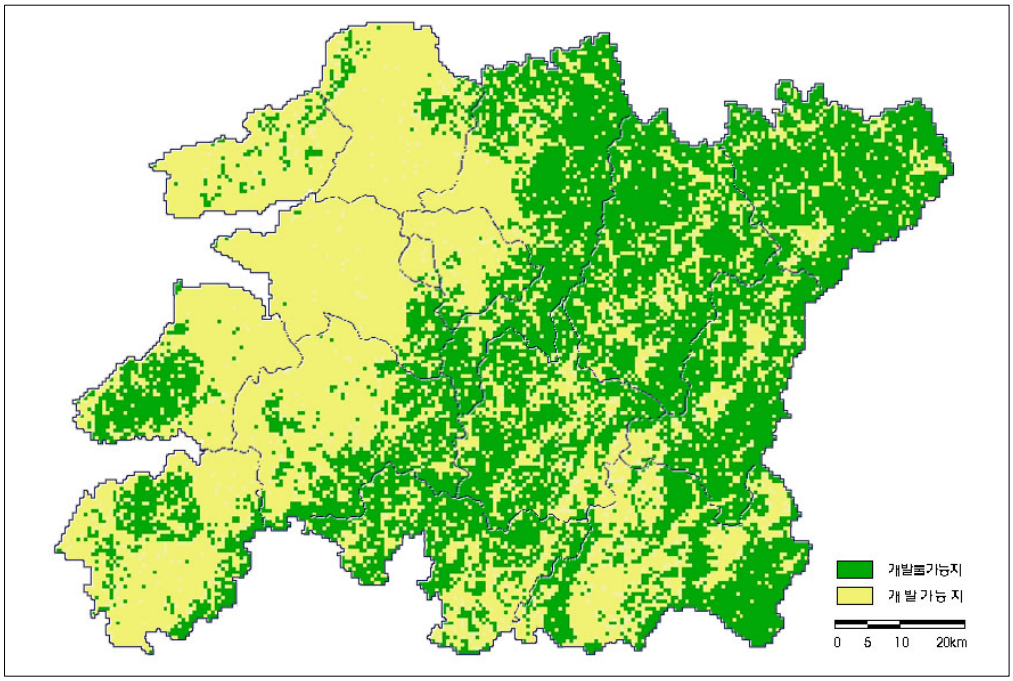
시·군별 개발불가능지역의 비율은 무주군(78.54%), 진안군(72.25%), 장수군(68.86%), 완주군(63.62%) 순으로 나타났다.

반면, 개발가능지역의 비율은 군산시가 90.01%로 가장 높게 나타났으며, 김제시(89.09%), 전주시(75.73%), 고창군(73.94%)순으로 개발가능지역의 비율이 높게 나타나고 있다.

<표 6.4-4> 전라북도 개발불가능지역 분석(경사 20%이상)

(단위 : ㎢, %)

구 분	행정구역	개발불가능지역	비 율
계	8,050.65	3,748.04	47.02
전주시	206.22	47.61	24.27
군산시	378.19	32.08	9.99
익산시	506.97	136.36	26.85
정읍시	692.81	241.2	34.60
남원시	752.81	368.51	49.46
김제시	545.20	54.22	10.01
완주군	820.92	521.08	63.62
진안군	789.09	572.04	72.25
무주군	631.84	493.94	78.54
장수군	533.65	366.37	68.86
임실군	597.15	348.35	57.99
순창군	495.70	272.55	55.60
고창군	606.82	157.37	26.06
부안군	493.28	136.36	27.50



<그림 6.4-4> 전라북도 개발불가능지역 분석(경사 20%이상)

(2) 개발억제지역

전라북도 내 규제지역은 백두대간보호지역, 개발제한구역, 상수원보호구역, 국·도립공원 등이 있으며, 이들 규제 지역은 전라북도 전 지역에 광범위하게 지정되어 있을 뿐 아니라 상호 중복지정 되어있다.

개발억제지역으로 전제한 백두대간보호지역의 전라북도 내 전체 면적은 178.88㎢로 남원시 73.09㎢, 무주군 69.00㎢, 장수군 36.78㎢이며, 핵심구역 143.29㎢, 완충구역 35.58㎢이다. 개발제한구역은 전주시, 김제시, 완주군에 걸쳐 225.40㎢가 해당되며, 상수원보호구역은 전주시, 군산시 등 9개 시·군에 75.38㎢, 국·도립공원은 445.29㎢가 군산시, 익산시, 임실군을 제외한 11개 시·군에 분포되어 있다.

개발억제지역이 3개 이상으로 나타나는 지역은 전주시, 남원시, 무주군, 장수군 등 4개 시·군이며, 임실군은 개발억제지역의 분포가 없는 것으로 나타났다.

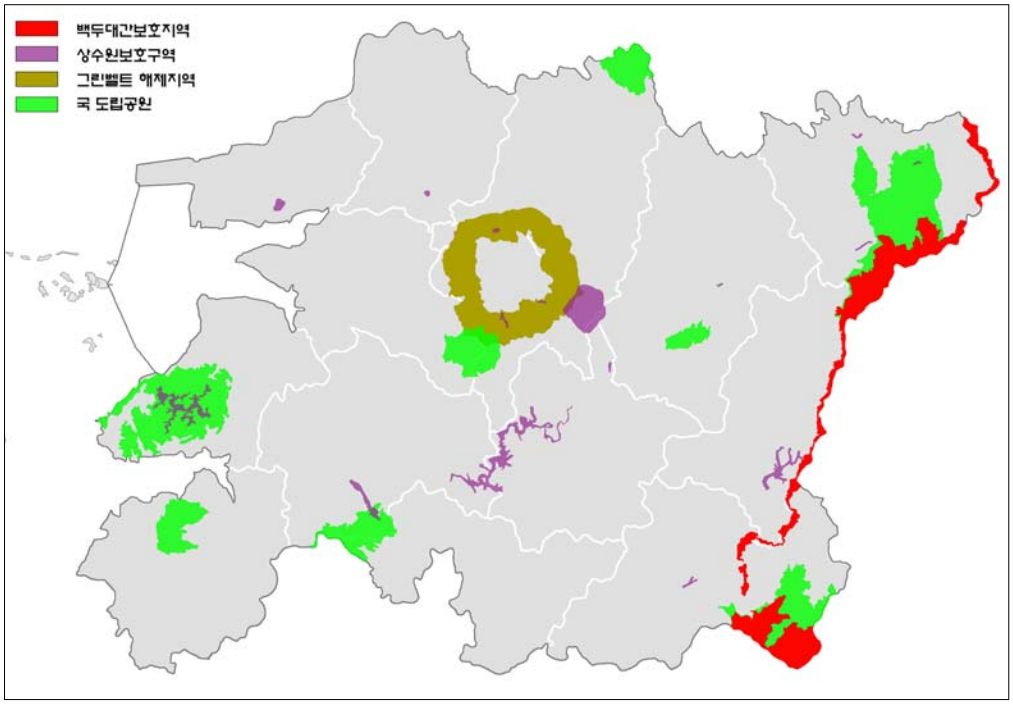
전주시의 경우 그린벨트 해제지역이 103.40㎢로 전주시 면적의 50.14%이며, 무주군과 부안군은 국립공원의 면적 비율이 각각 28.48%, 31.37%로 기타 시·군에 비해 높게 나타나고 있다.

<표 6.4-5> 개발억제지역 현황

(단위 : ㎢, %)

구 분	개발억제지역			
	백두대간보호지역	그린벨트 해제지역	상수원보호구역	국·도립공원
계	178.88(2.22)	225.40(2.80)	75.38(0.94)	445.29(5.53)
전주시		103.40(50.14)	26.95(13.07)	3.13(1.52)
군산시	-	-	2.35(0.62)	-
익산시	-	-	0.25(0.05)	-
정읍시	-	-	9.04(1.30)	38.05*(5.49)
남원시	73.09(9.71)	-	0.42(0.06)	110.63*(14.70)
김제시	-	10.80(1.98)	-	28.22(5.18)
완주군	-	102.56(12.49)	-	48.97(5.97)
진안군	-	-	0.08(0.01)	17.22(2.18)
무주군	69.00(10.92)	-	0.54(0.09)	179.94*(28.48)
장수군	36.78(6.89)	-	4.02(0.75)	10.96*(2.05)
임실군	-	-	-	-
순창군	-	-	-	9.46*(1.91)
고창군	-	-	-	43.70(7.20)
부안군	-	-	17.12(3.47)	154.72*(31.37)

* 국립공원임



<그림 6.4-5> 전라북도 개발억제지역 현황

<표 6.4-6> 개발억제지역 분석

(단위 : ㎢, %)

구 분	행정구역	개발억제지역	비 율
계	8,050.65	934.49	11.61
전주시	206.22	103.40	50.14
군산시	378.19	2.35	0.62
익산시	506.97	0.25	0.05
정읍시	692.81	45.14	6.52
남원시	752.81	122.82	16.31
김제시	545.20	38.75	7.11
완주군	820.92	167.56	20.41
진안군	789.09	18.30	2.32
무주군	631.84	187.11	29.61
장수군	533.65	38.11	7.14
임실군	597.15	14.87	2.49
순창군	495.70	9.46	1.91
고창군	606.82	43.70	7.20
부안군	493.28	154.72	31.37

상호 중복되는 지역을 제외한 개발억제지역의 총 면적은 전라북도 전체 면적의 11.61%인 934.49㎢이며, 각 시·군 면적 대비는 전주시가 103.40㎢(50.14%)로 가장 높게 나타났으며, 부안군 154.72㎢(31.37%0, 무주군 187.11㎢(29.61%), 완주군 167.56㎢(20.41%) 순으로 나타났다.

(3) 가용토지면적 산정 종합

전라북도 내 개발불가능지역과 개발억제지역을 제외한 가용토지면적은 4,003.90㎢로 전체 면적의 49.73%로 나타났다.

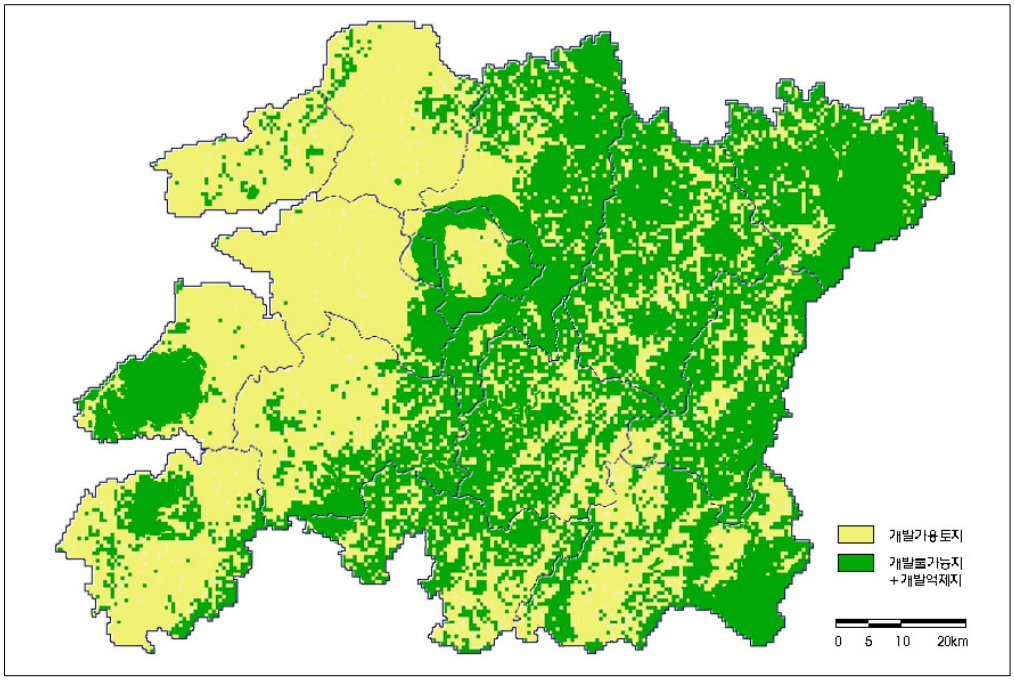
시·군별로 가용토지면적 비율은 군산시(90.94%)가 가장 높게 나타났으며, 김제시(87.96%), 익산시(73.05%), 고창군(72.26%) 순으로 나타났다.

각 시군 면적대비 가용토지면적 비율이 가장 낮게 나타난 지역은 무주군(17.87%)이며, 완주군(25.91%), 진안군(26.80%), 완주군(30.33%) 순으로 나타나, 서부 평야지역의 가용토지면적 비율이 높고, 동부산악권 지역을 중심으로 가용토지면적 비율이 매우 낮게 타나고 있다.

<표 6.4-7> 가용토지면적 분석

(단위 : ㎢, %)

구 분	행정구역	개발불가능지역	개발억제지역	가용토지면적	비 율
	A	B	C	D=B∪C	D/A*100
계	8,050.65	3,748.04	934.49	4,003.90	49.73
전주시	206.22	47.61	103.40	90.98	44.12
군산시	378.19	32.08	2.35	343.93	90.94
익산시	506.97	136.36	0.25	370.36	73.05
정읍시	692.81	241.2	45.14	437.48	63.15
남원시	752.81	368.51	122.82	372.76	49.52
김제시	545.20	54.22	38.75	479.58	87.96
완주군	820.92	521.08	167.56	212.70	25.91
진안군	789.09	572.04	18.30	211.49	26.80
무주군	631.84	493.94	187.11	112.88	17.87
장수군	533.65	366.37	38.11	161.83	30.33
임실군	597.15	348.35	14.87	233.93	39.17
순창군	495.70	272.55	9.46	220.21	44.42
고창군	606.82	157.37	43.70	438.46	72.26
부안군	493.28	136.36	154.72	317.31	64.33



<그림 6.4-6> 전라북도 가용토지 분석

2) 시군별 토지용량 산정

인구밀도 추정의 경우, 일반적으로 도시계획 범주내에서의 밀도를 구분하는 원단위를 사용한다. 그러나 전라북도 내 시·군에서는 전주시를 제외하고는 도시계획구역의 범위가 행정구역보다 작기 때문에 아래 표<6.4-8>과 같은 원단위를 적용할 수 없다.

<표 6.4-8> 밀도 구분 원단위

구 분	저밀도 주거지역	중밀도 주거지역	고밀도 주거지역	비 고
인/㎢(인/ha)	5,000~10,000(50~100)	10,000~25,000(100~250)	25,000(250)이상	주택지율 : 80~90%

따라서, 본 연구에서는 원단위의 기준을 보다 객관적으로 설정하기 위해, 특별시, 광역시 및 제주도를 제외한 전국 8개도 156개 시·군의 자료를 활용하기로 한다. 세부적인 방법으로는 인구 50만 이상, 30만~50만, 10만~30만, 10만 미만에 해당하는 각 시·군 인구밀도의 평균값을 적용하였다.

<표 6.4-9> 전국 평균 인구밀도

구 분	50만 이상	30만~50만	10만~30만	10만 미만
평균인구밀도	5441.4명	1951.9명	797.8명	137.3명

주 : 서울특별시, 광역시 및 제주도는 제외하였음

전국 평균 인구밀도 값을 적용한 결과, 전라북도 전체 토지용량은 3,806,50로 추산되었으며, 시 전체 토지용량은 3,695,948.3명, 군 전체 토지용량은 262,079.6명으로 산정되었다.

추정인구 규모와 현재 용량을 비교해 보면 시 전체의 경우 2,108,512.3명이 여유용량으로 나타났으며, 군 지역의 경우 113,351.4명의 부족용량을 보이고 있다. 전라북도 전체의 경우는 1,843,640.7명이 여유용량으로 나타났다.

<표 6.4-10> 전라북도 전체 토지용량 산정

구 분	면적	인구규모	가용토지면적	인구밀도	추정인구규모	인구차
	㎢	인	㎢	인/㎢	인	인
전 북	8,050.65	1,962,867	4,003.90	950.7	3,806,507.7	1,843,640.7
시전체	3,082.20	1,587,436	2,095.09	1764.1	3,695,948.3	2,108,512.3
군전체	4,968.45	375,431	1,908.81	137.3	262,079.6	-113,351.4

(1) 시 지역 토지용량 산정

전라북도 내 시 지역의 토지용량 산정은 전주시가 125,315.4의 부족용량을 나타냈으며, 기타 시 지역에서는 여유용량을 보이고 있다. 특히, 익산시의 경우 개발억제지역이 적고, 경사가 완만하여 여용량이 395,369.7명으로 높게 나타났다.

<표 6.4-11> 시 지역 토지용량 산정

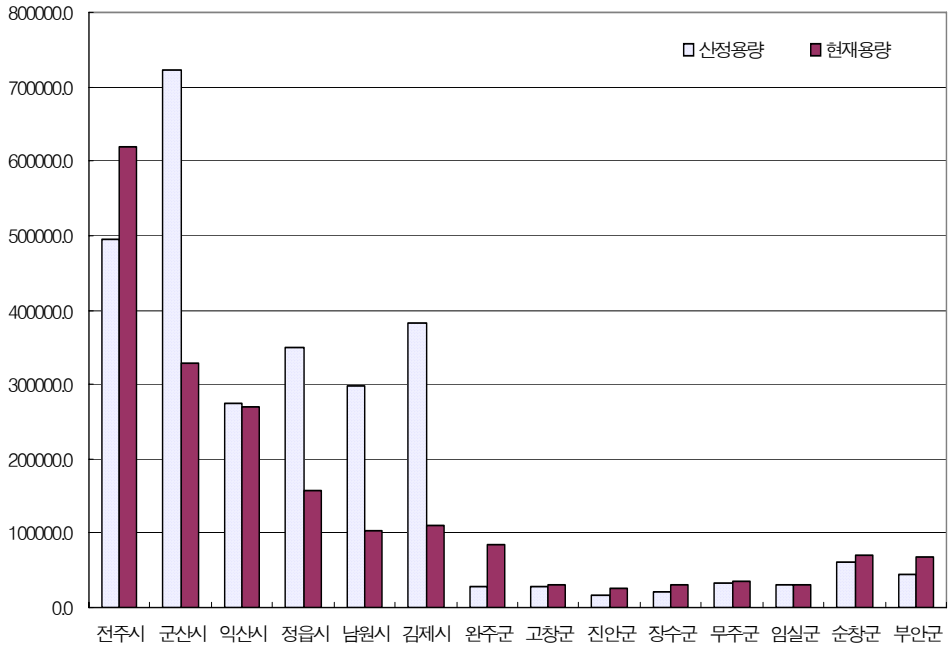
시 구 분	시 명	면적	인구규모	가용토지면적	인구밀도	추정인구규모	인구차
		㎢	인	㎢	인/㎢	인	인
50만 이상	전주시	206.22	620,374	90.98	5,441.40	495058.6	-125,315.4
30만-50만	익산시	506.97	327,536	370.36	1951.9	722905.7	395,369.7
10만-30만	군산시	378.19	269,865	343.93	797.8	274387.4	4,522.4
	정읍시	692.81	156,043	437.48	797.8	349021.5	192,978.5
	남원시	752.81	102,279	372.76	797.8	297387.9	195,108.9
	김제시	545.20	111,339	479.58	797.8	382608.9	271,269.9

(2) 군 지역 토지용량 산정

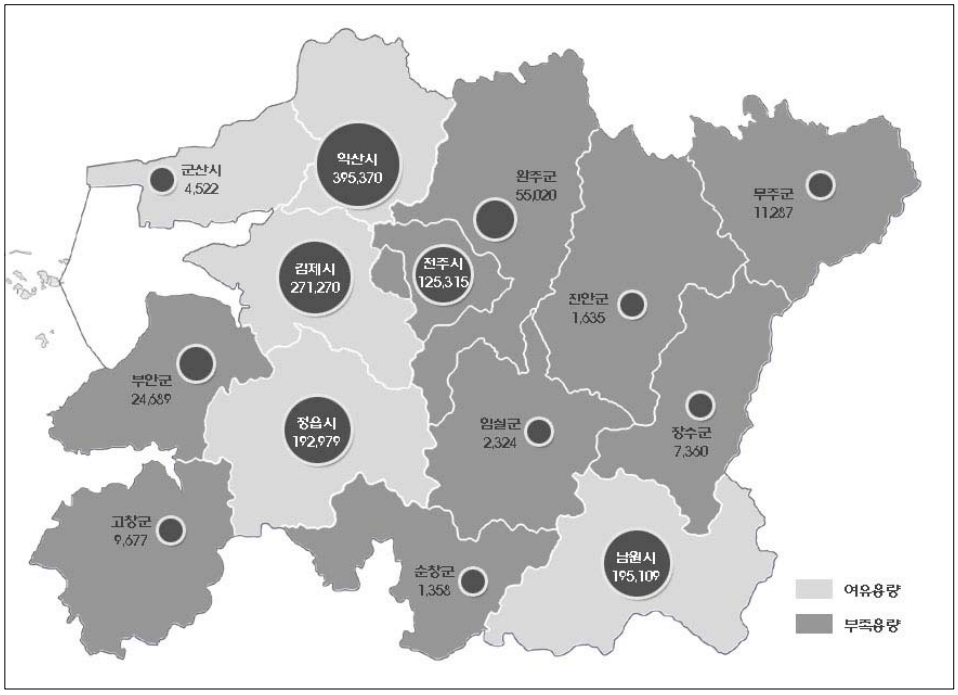
군 지역의 토지용량은 모든 지역에서 부족용량으로 나타났는데, 개발불가능지와 개발억제기가 많이 분포하고 있으며, 상대적으로 인구수가 많은 완주군과 부안군이 타 군에 비해 부족용량이 높게 나타났다.

<표 6.4-12> 군 지역 토지용량 산정

군 구 분	군 명	면적	인구규모	가용토지면적	인구밀도	추정인구규모	인구차
		㎢	인	㎢	인/㎢	인	인
10만 미만	완주군	820.92	84,224	212.7	137.3	29203.7	-55020.3
	진안군	789.09	30,673	211.49	137.3	29037.6	-1635.4
	무주군	631.84	26,785	112.88	137.3	15498.4	-11286.6
	장수군	533.65	29,579	161.83	137.3	22219.3	-7359.7
	임실군	597.15	34,443	233.93	137.3	32118.6	-2324.4
	순창군	495.70	31,593	220.21	137.3	30234.8	-1358.2
	고창군	606.82	69,878	438.46	137.3	60200.6	-9677.4
	부안군	493.28	68,256	317.31	137.3	43566.7	-24689.3



<그림 6.4-7> 순위별 각 시군 토지용량 산정용량과 현재용량



<그림 6.4-8> 전라북도 시군별 토지용량 여유량 현황

2. 산림용량

1) 공원용량 산정

공원면적으로 산정한 용량은 전라북도 전체가 매우 부족한 상태를 보이고 있으며, 현재용량 대비 군 지역에서의 공원면적이 시 지역보다 부족한 것으로 나타났다.

<표 6.4-13> 전라북도 지역 공원용량 산정

구 분	면적	현재용량	인구밀도	공원	단위공원면적	산정용량	인구비교
	㎢	인	인/㎢	㎢	㎡/인	인	인
전 북	8,050.65	1,962,867	243.80	8.20	6.00	1,366,667	-596,200
시전체	3,082.20	1,587,436	515.03	6.89	6.00	1,148,333	-439,103
군전체	4,968.45	375,431	75.56	1.31	6.00	218,333	-157,098

자료 : 전북통계연보, 2003.

(1) 시 지역 공원용량 산정

도내 시 지역의 공원용량은 군산시를 제외하고는 용량이 부족한 것으로 나타났으며, 특히 익산시와 정읍시의 경우 현재용량 대비 공원용량이 매우 부족한 것으로 나타났다.

<표 6.4-14> 시 지역 공원용량 산정

시 구 분	시 명	면적	현재용량	인구밀도	공원	단위공원면적	산정용량	인구비교
		㎢	인	인/㎢	㎢	㎡/인	인	인
50만 이상	전주시	206.22	620,374	3008.3	3.38	6.00	563,333	-57,041
30만-50만	익산시	506.97	327,536	646.1	0.94	6.00	156,667	-170,869
10만-30만	군산시	378.19	269,865	713.6	1.68	6.00	280,000	10,135
	정읍시	692.81	156,043	225.2	0.09	6.00	15,000	-141,043
	남원시	752.81	102,279	135.9	0.39	6.00	65,000	-37,279
	김제시	545.20	111,339	204.2	0.41	6.00	68,333	-43,006

자료 : 전북통계연보, 2003.

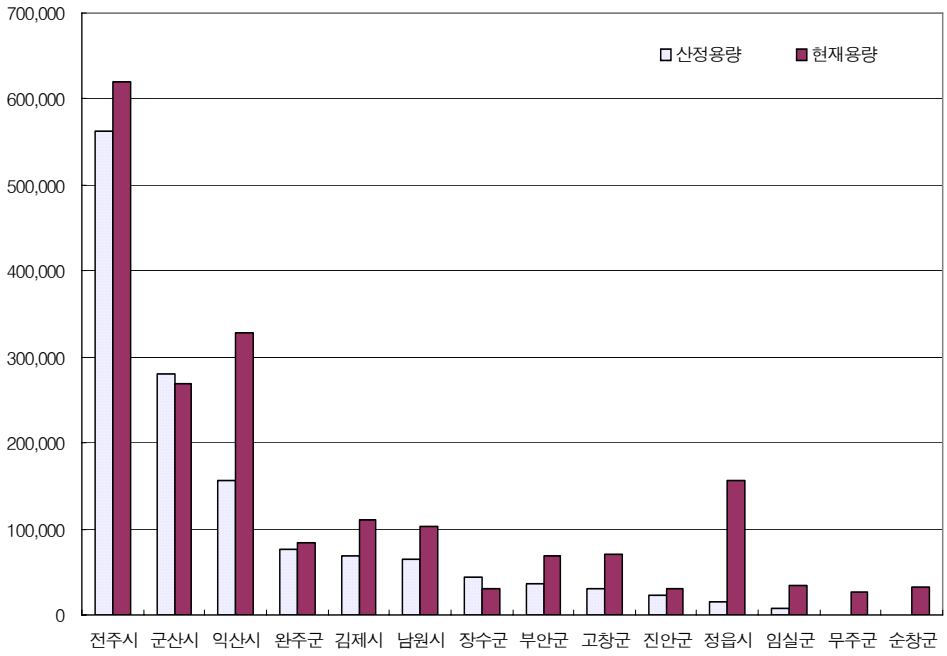
(2) 군 지역 공원용량 산정

군 지역의 공원량 역시 장수군을 제외한 모든 지역에서 용량이 부족한 것으로 나타났으며, 무주군과 순창군은 도시공원이 없으며, 임실군 또한 현재용량 대비 공원면적이 매우 부족한 것으로 나타났다.

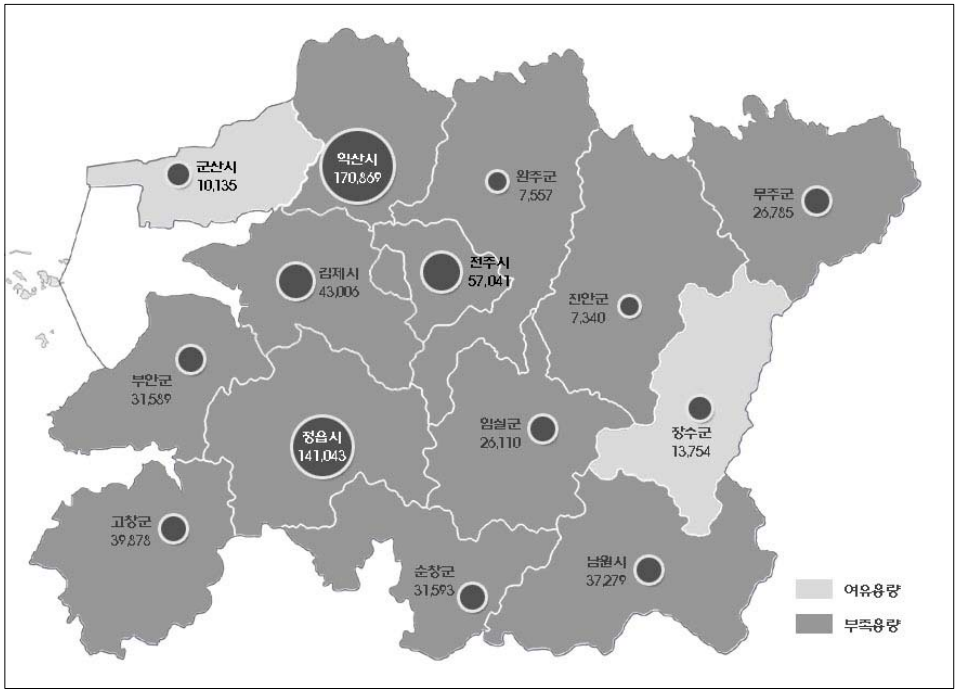
<표 6.4-15> 군 지역 공원용량 산정

군 구 분	군 명	면적	현재용량	인구밀도	공원	단위공원면적	산정용량	인구비교
		㎢	인	인/㎢	㎢	㎡/인	인	인
10만 미만	완주군	820.92	84,224	102.6	0.46	6.00	76,667	-7,557
	진안군	789.09	30,673	38.9	0.14	6.00	23,333	-7,340
	무주군	631.84	26,785	42.4	0.00	6.00	0	-26,785
	장수군	533.65	29,579	55.4	0.26	6.00	43,333	13,754
	임실군	597.15	34,443	57.7	0.05	6.00	8,333	-26,110
	순창군	495.70	31,593	63.7	0.00	6.00	0	-31,593
	고창군	606.82	69,878	115.2	0.18	6.00	30,000	-39,878
	부안군	493.28	68,256	138.4	0.22	6.00	36,667	-31,589

자료 : 전북통계연보, 2003.



<그림 6.4-9> 순위별 각 시군 공원 산정용량과 현재용량



<그림 6.4-10> 시군별 공원 여유용량 현황

2) 산림면적용량 산정

산림면적을 근거로 하여 용량을 산정한 경우는 공원면적을 근거로 하여 산정한 용량과 비교하여 반대의 결과를 보이고 있다.

전라북도 전체의 용량은 매우 여유가 있는 것으로 나타났으며, 특히 군 지역의 경우는 7배 정도의 여유용량을 보이고 있다.

<표 6.4-16> 전라북도 지역 산림면적용량 산정

구 분	면적	현재용량	산림면적	1인 요구면적	산정용량	인구비교
	㎢	인	ha	ha	인	인
전 북	8,050.65	1,962,867	449,841	0.09	4,998,233	3,035,366
시전체	3,082.20	1,587,436	117,111	0.07	1,673,014	85,578
군전체	4,968.45	375,431	332,730	0.10	3,327,300	2,951,869

자료 : 전북통계연보, 2003.

(1) 시 지역 산림면적용량 산정

시 지역의 경우 전주시, 군산시, 익산시가 용량 부족으로 나타났으며, 남원시와 정읍시는 용량은 여유있게 나타났다.

<표 6.4-17> 시 지역 산림면적용량 산정

시 구 분	시 명	면적	현재용량	산림면적	1인 요구면적	산정용량	인구비교
		㎢	인	ha	ha	인	인
50만 이상	전주시	206.22	620,374	6,511	0.07	93,014	-527,360
30만-50만	익산시	506.97	327,536	12,317	0.07	175,957	-151,579
10만-30만	군산시	378.19	269,865	8,351	0.07	119,300	-150,565
	정읍시	692.81	156,043	32,668	0.07	466,686	310,643
	남원시	752.81	102,279	47,793	0.07	682,757	580,478
	김제시	545.20	111,339	9,471	0.07	135,300	23,961

자료 : 전북통계연보, 2003.

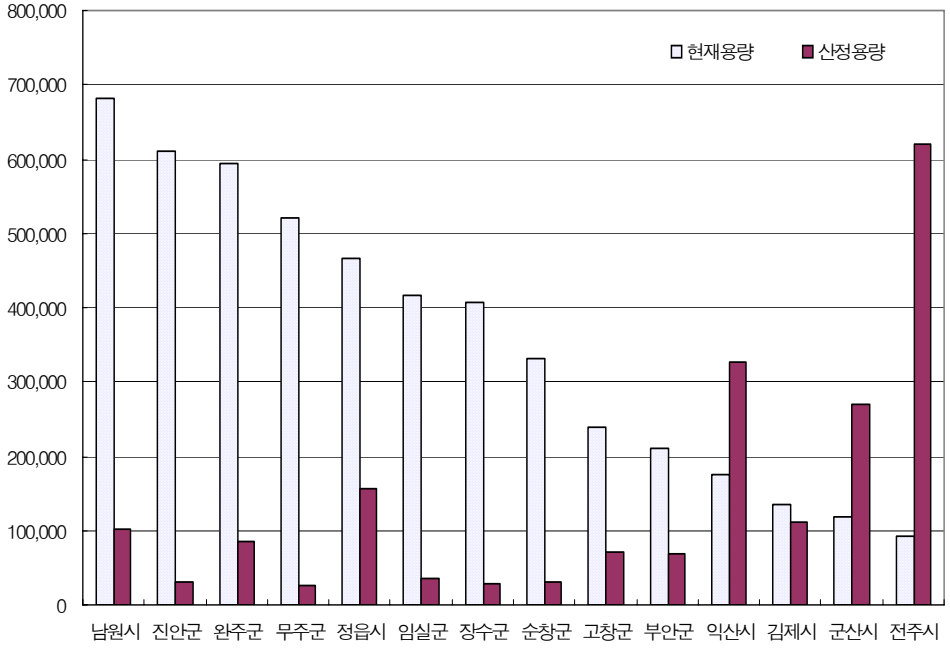
(2) 군 지역 산림면적용량 산정

군 지역의 산림면적이 매우 넓기 때문에 여유용량이 매우 높게 나타났으며, 특히 동부산악권 지역은 10배 이상의 여유용량을 보이고 있다.

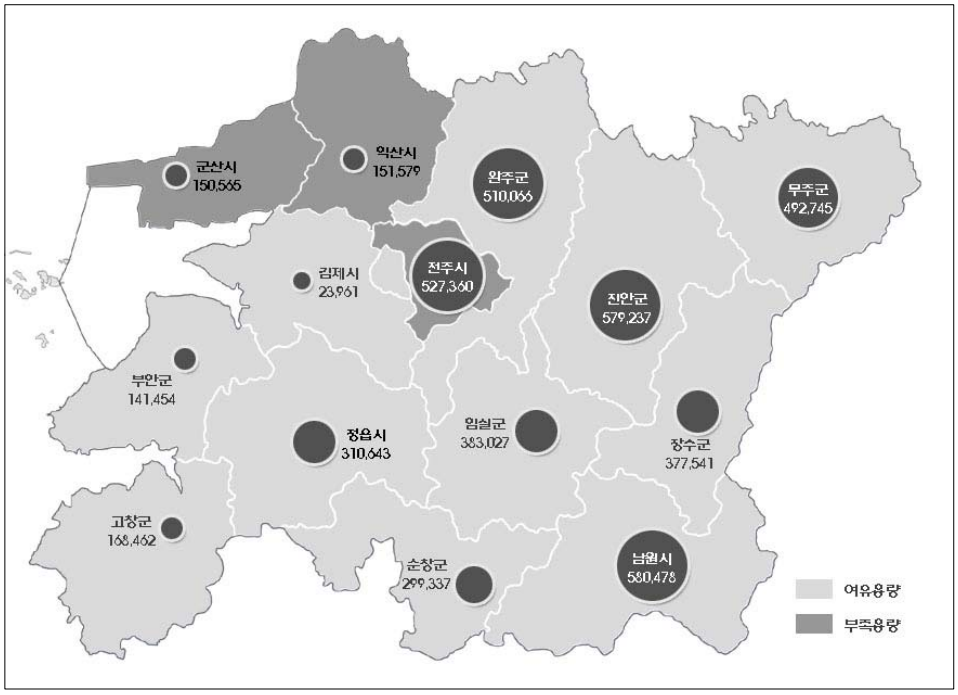
<표 6.4-18> 군 지역 산림면적용량 산정

군 구 분	군 명	면적	현재용량	산림면적	1인 요구면적	산정용량	인구비교
		㎢	인	ha	ha	인	인
10만 미만	완주군	820.92	84,224	59,429	0.10	594,290	510,066
	진안군	789.09	30,673	60,991	0.10	609,910	579,237
	무주군	631.84	26,785	51,953	0.10	519,530	492,745
	장수군	533.65	29,579	40,712	0.10	407,120	377,541
	임실군	597.15	34,443	41,747	0.10	417,470	383,027
	순창군	495.70	31,593	33,093	0.10	330,930	299,337
	고창군	606.82	69,878	23,834	0.10	238,340	168,462
	부안군	493.28	68,256	20,971	0.10	209,710	141,454

자료 : 전북통계연보, 2003.



<그림 6.4-11> 순위별 각 시군 산림면적 산정용량과 현재용량



<그림 6.4-12> 시군별 산림면적 여유용량 현황

3. 상하수도용량

1) 상수도용량 산정

전라북도 전체 지역의 상수도 용량은 1,004,470명 정도의 여유가 있는 것으로 나타났으며, 시 전체 지역의 용량이 761,840명, 군 지역의 용량이 182,598명 정도 여유가 있는 것으로 나타났다.

<표 6.4-19> 전라북도 지역 상수도용량 산정

구 분	인구	1일 1인당 급수량	시설용량	산정용량	여유용량
	인	ℓ/인*일	천톤	인	인
전 북	1,962,867	398	1,181	2,967,337	1,004,470
시전체	1,587,436	2,185	938	2,349,276	761,840
군전체	375,431	2,778	243	558,029	182,598

자료 : 상수도 통계연보, 전북통계연보, 2003.

(1) 시 지역 상수도용량 산정

시 지역의 상수도 여유용량은 전주시, 익산시, 군산시, 정읍시, 남원시가 비교적 용량의 여유가 있으며, 김제시가 여유용량 -13,881명으로 용량이 부족한 것으로 나타났다.

<표 6.4-20> 시 지역 상수도용량 산정

시 구 분	시 명	인구	1일 1인당 급수량	시설용량	산정용량	여유용량
		인	ℓ/인*일	천톤	인	인
50만 이상	전주시	620,374	401	298	743,142	122,768
30만-50만	익산시	327,536	398	287	721,106	393,570
10만-30만	군산시	269,865	526	213	404,943	135,078
	정읍시	156,043	274	61	222,628	66,585
	남원시	102,279	350	56	160,000	57,721
	김제시	111,339	236	23	97,458	-13,881

자료 : 상수도 통계연보, 전북통계연보, 2003.

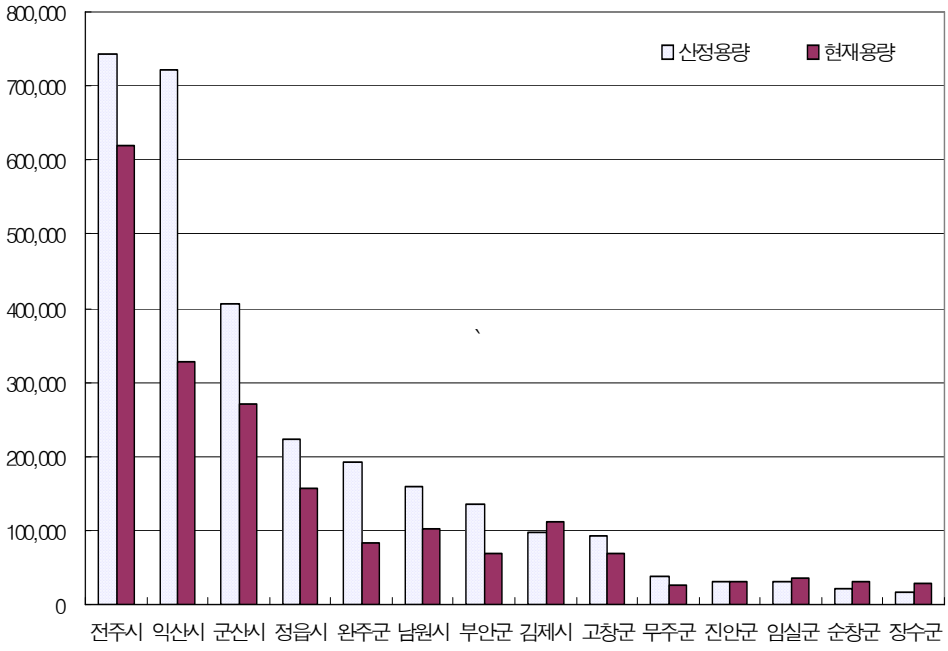
(2) 군 지역 상수도용량 산정

군 지역의 경우 장수군, 임실군, 순창군이 여유용량이 부족한 것으로 나타났으며, 완주군과 부안군에서는 여유용량이 높게 나타남

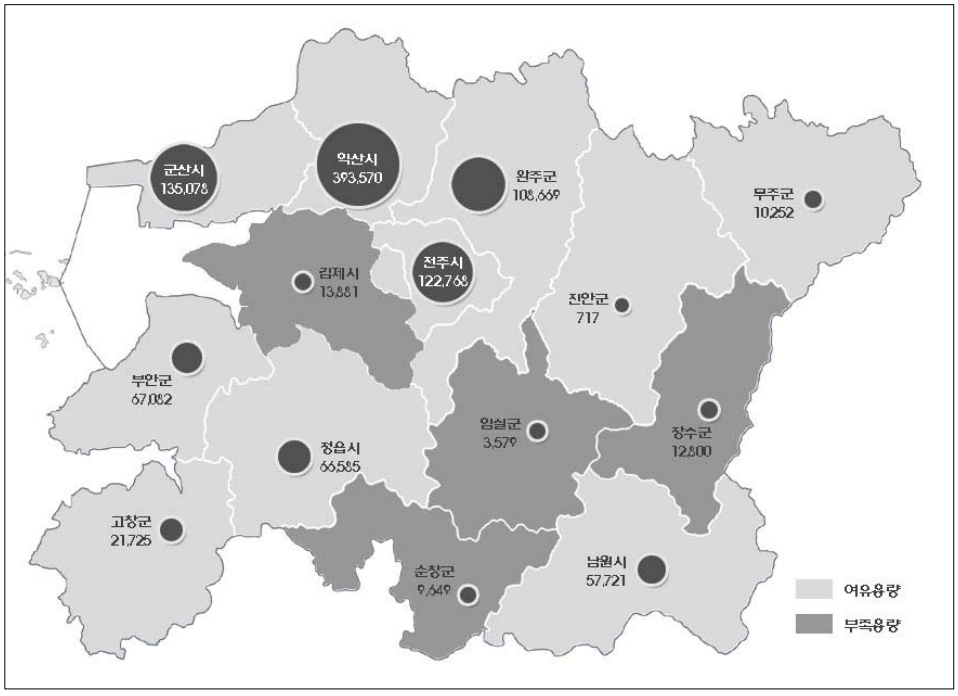
<표 6.4-21> 군 지역 상수도용량 산정

군 구 분	군 명	인구	1일 1인당 급수량	시설용량	산정용량	여유용량
		인	ℓ/인*일	천톤	인	인
10만 미만	완주군	84,224	591	114	192,893	108,669
	진안군	30,673	223	7	31,390	717
	무주군	26,785	324	12	37,037	10,252
	장수군	29,579	298	5	16,779	-12,800
	임실군	34,443	324	10	30,864	-3,579
	순창군	31,593	226	5	22,124	-9,469
	고창군	69,878	393	36	91,603	21,725
	부안군	68,256	399	54	135,338	67,082

자료 : 상수도 통계연보, 전북통계연보, 2003.



<그림 6.4-13> 순위별 각 시군 상수도 산정용량과 현재용량



<그림 6.4-14> 시군별 상수도 여유용량 현황

2) 하수도용량 산정

전라북도 전체의 하수도 용량은 약 321,281명의 용량이 여유 있는 것으로 산정되었으며, 시 지역의 경우 677,357명 정도가 여유용량으로 나타났으며, 군 지역은 167,593명 정도가 부족한 것으로 나타났다.

<표 6.4-22> 전라북도 지역 하수도용량 산정

구 분	인구	평균 1인 급수량	시설용량	오수전환율	평균 1인오수발생량	수용가능인구	비 고
	인	ℓ/인	천톤	%	리터/인	인	인
전 북	1,962,867	398	800	88.0	350	2,284,148	321,281
시전체	1,587,436	364	737	89.4	325	2,264,793	677,357
군전체	375,431	347	62.6	86.8	301.2	207,838	-167,593

자료 : 하수도 통계연보, 전북통계연보, 2003.

(1) 시 지역 하수도용량 산정

시 지역의 하수도 여유용량은 익산시와 김제시가 용량 부족으로 산정되었으며, 기타 전주시, 군산시, 정읍시, 남원시 지역은 하수도 용량이 비교적 여유있게 나타났다.

<표 6.4-23> 시 지역 하수도용량 산정

시 구분	시 명	인구	평균 1인 급수량	시설용량	오수 전환율	평균 1인 오수발생량	수용가능인구	비 고
		인	ℓ/인	천톤	%	리터/인	인	인
50만 이상	전주시	620,374	401	303	91.0	364.9	830,342	209,968
30만-50만	익산시	327,536	398	100	89.0	354.2	282,310	-45,226
10만-30만	군산시	269,865	526	201	90.0	473.4	424,588	154,723
	정읍시	156,043	274	59	88.5	242.5	243,309	87,266
	남원시	102,279	350	52	89.0	311.5	166,934	64,655
	김제시	111,339	236	22	90.0	212.4	103,578	-7,761

자료 : 하수도 통계연보, 전북통계연보, 2003.

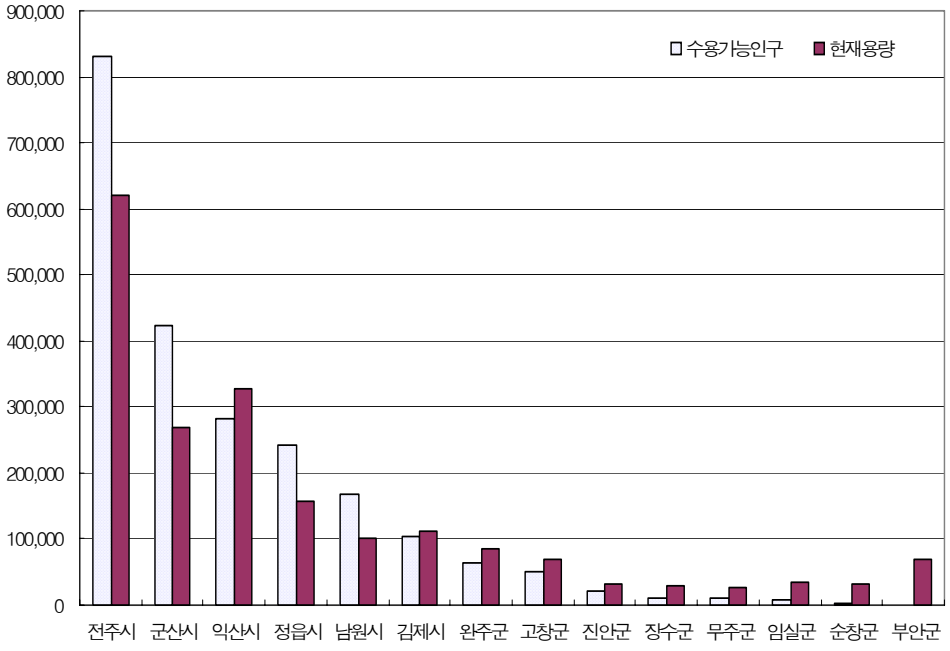
(2) 군 지역 하수도용량 산정

군 지역의 하수처리시설 용량은 전 지역에서 용량부족으로 산정되었으며, 특히 순창군과 부안군은 하수처리가 매우 부족한 상태이다.

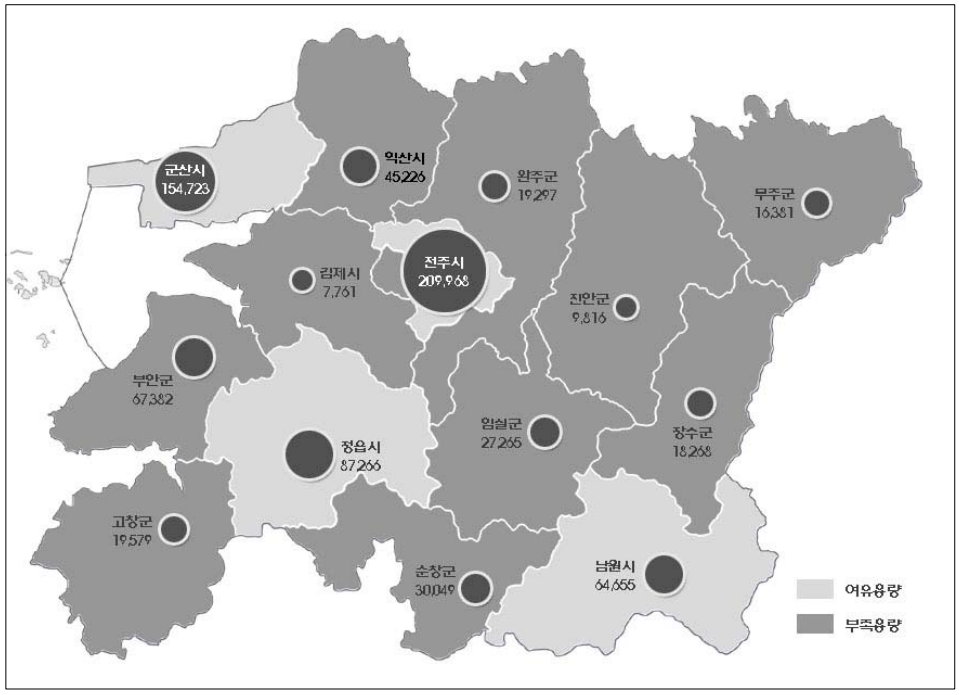
<표 6.4-24> 군 지역 하수도용량 산정

군 구분	군 명	인구	평균 1인 급수량	시설용량	오수 전환율	평균 1인 오수발생량	수용가능인구	비 고
		인	ℓ/인	천톤	%	리터/인	인	인
10만 미만	완주군	84,224	591	33	86.0	508.3	64,927	-19,297
	진안군	30,673	223	4	86.0	191.8	20,857	-9,816
	무주군	26,785	324	3	89.0	288.4	10,404	-16,381
	장수군	29,579	298	3	89.0	265.2	11,311	-18,268
	임실군	34,443	324	2	86.0	278.6	7,178	-27,265
	순창군	31,593	226	0.3	86.0	194.4	1,544	-30,049
	고창군	69,878	393	17	86.0	338.0	50,299	-19,579
	부안군	68,256	399	0.3	86.0	343.1	874	-67,382

자료 : 하수도 통계연보, 전북통계연보, 2003.



<그림 6.4-15> 순위별 각 시군 하수도 산정용량과 현재용량



<그림 6.4-16> 시군별 하수도 여유용량 현황

4. 산정용량 종합 분석

1) 각 항목별 산정용량

전라북도 전체적으로 산정용량 값들은 비교적 여유가 있는 것으로 나타났으며, 시 지역의 경우보다 군 지역의 용량이 각 항목별로 낮게 나타나고 있으며, 산림용량 부문에서만 군 지역의 용량이 시 지역보다 높게 나타나고 있다.

<표 6.4-25> 전라북도 평균 산정용량 현황

구 분	면적	인구	토지용량	산림용량	상수도용량	하수도용량
	㎢	인	인	인	인	인
전 북	8,050.65	1,962,867	3,806,508	4,998,233	2,967,337	2,284,148
시전체	3,082.20	1,587,436	3,695,948	1,673,014	2,349,276	2,264,793
군전체	4,968.45	375,431	262,080	3,327,300	558,029	207,838

(1) 시별 개발용량

시 지역 항목별 산정용량은 토지용량 부문에서 대체로 여유용량으로 나타났으나, 전주시가 부족용량으로 분석되었다. 산림용량은 전주시, 익산시, 군산시가 부족용량으로 나타났으며, 상수도 용량은 김제시가, 하수도 용량은 익산시, 김제시가 부족용량으로 분석되었다.

<표 6.4-26> 시 지역 항목별 산정용량 종합

시 구 분	시 명	면적	인구	토지용량	산림용량	상수도용량	하수도용량
		㎢	인	인	인	인	인
50만 이상	전주시	206.22	620,374	495058.6	93,014	743,142	830,342
30만-50만	익산시	506.97	327,536	722905.7	175,957	721,106	282,310
10만-30만	군산시	378.19	269,865	274387.4	119,300	404,943	424,588
	정읍시	692.81	156,043	349021.5	466,686	222,628	243,309
	남원시	752.81	102,279	297387.9	682,757	160,000	166,934
	김제시	545.20	111,339	382608.9	135,300	97,458	103,578

(2) 군별 개발용량

군 지역 항목별 산정용량은 토지용량 부문에서 동부산악권에 위치한 지형적 특성과 각종 개발억제지역으로 인해 전 지역이 부족용량으로 나타났으나, 산림용량은 전체적으로 매우 높은 여유용량을 보이고 있다. 상수도 용량은 장수군, 임실군, 순창군이 부족용량으로 나타났으며, 하수도의 경우 기타 항목에 비해 매우 낮은 수준으로 나타나 전 지역이 하수시설용량 부족으로 분석되었다.

<표 6.4-27> 군 지역 항목별 산정용량 종합

군 구 분	군 명	면적	인구	토지용량	산림용량	상수도용량	하수도용량
		㎢	인	인	인	인	인
10만 미만	완주군	820.92	84,224	29203.7	594,290	192,893	64,927
	진안군	789.09	30,673	29037.6	609,910	31,390	20,857
	무주군	631.84	26,785	15498.4	519,530	37,037	10,404
	장수군	533.65	29,579	22219.3	407,120	16,779	11,311
	임실군	597.15	34,443	32118.6	417,470	30,864	7,178
	순창군	495.70	31,593	30234.8	330,930	22,124	1,544
	고창군	606.82	69,878	60200.6	238,340	91,603	50,299
	부안군	493.28	68,256	43566.7	209,710	135,338	874

2) 평균용량 및 여유용량 산정

평균용량은 네 가지 평가항목, 즉 토지용량, 산림용량, 상수도용량, 하수도용량 산정값을 산술평균한 것을 나타내며, 현재수준은 현재용량/평균용량의 비율이다.

전라북도의 현재용량 대비 평균용량을 분석한 결과 현재수준이 55.86%로 나타났으며, 시 전체의 경우는 63.61%, 군 전체의 경우는 34.8%로 분석되었다.

<표 6.4-28> 전라북도 평균용량 및 여유용량 현황

구 분	면적	현재용량	평균용량	여유용량	현재수준
	㎢	인	인	인	%
전 북	8,050.65	1,962,867	3,514,057	1,551,190	55.86
시전체	3,082.20	1,587,436	2,498,758	908,322	63.61
군전체	4,968.45	375,431	1,088,812	713,381	34.48

(1) 시별 평균용량 및 여유용량 산정

시군별 용량은 전주시가 부족용량으로 나타나 현재수준은 현재용량 대비 14.8%를 초과하였으며, 기타 지역에서는 여유용량이 비교적 높게 나타났다. 가장 높은 여유용량을 보이는 시는 남원시로 현재수준이 31.3%로 분석되었다.

<표 6.4-29> 시 지역 평균용량 및 여유용량 현황

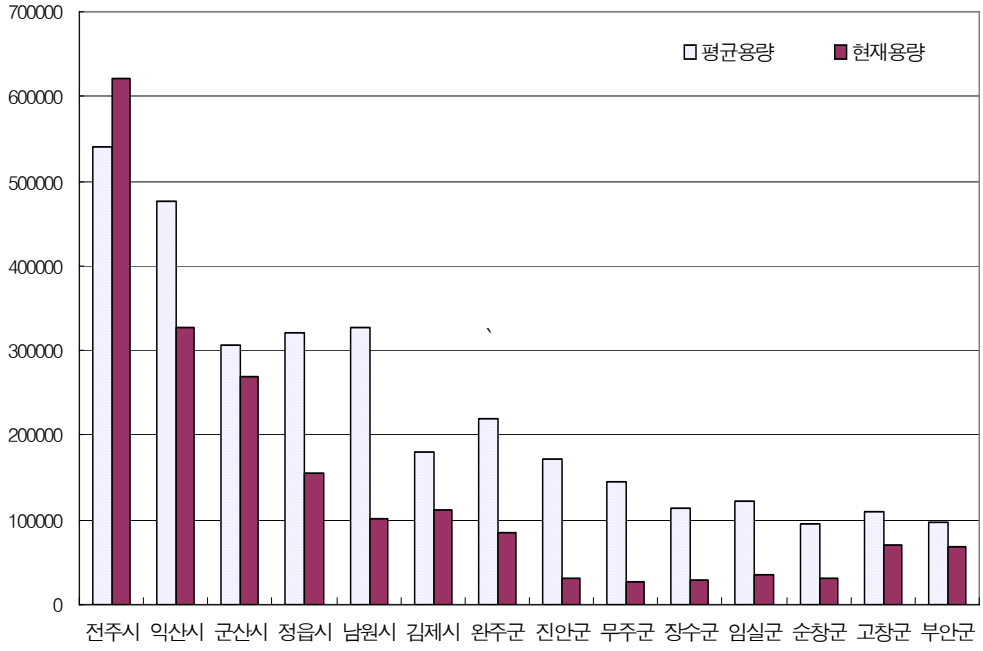
시 구 분	시 명	면적	현재용량	평균용량	여유용량	현재수준
		㎢	인	인	인	%
50만 이상	전주시	206.22	620,374	540,389	-79,985	114.80
30만-50만	익산시	506.97	327,536	475,570	148,034	68.87
10만-30만	군산시	378.19	269,865	305,805	35,940	88.25
	정읍시	692.81	156,043	320,411	164,368	48.70
	남원시	752.81	102,279	326,770	224,491	31.30
	김제시	545.20	111,339	179,736	68,397	61.95

(2) 군별 평균용량 및 여유용량 산정

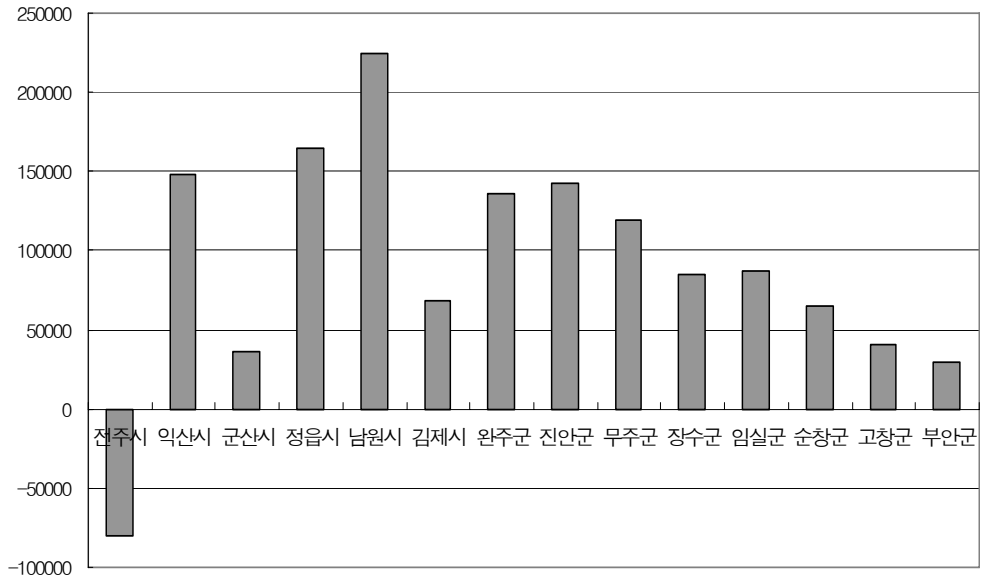
군별 용량은 전 지역에서 여유있게 나타났으며, 현재용량 대비 현재수준은 고창군과 부안군을 제외하고는 40% 미만으로 분석되었다. 현재 수준이 가장 낮은 지역은 진안군으로 17.8%로 나타났다.

<표 6.4-30> 군 지역 평균용량 및 여유용량 현황

군 구 분	군 명	면적	현재용량	평균용량	여유용량	현재수준
		㎢	인	인	인	%
10만 미만	완주군	820.92	84,224	2203,28	136,104	38.23
	진안군	789.09	30,673	172,799	142,126	17.75
	무주군	631.84	26,785	145,617	118,832	18.39
	장수군	533.65	29,579	114,357	84,778	25.87
	임실군	597.15	34,443	121,908	87,465	28.25
	순창군	495.70	31,593	96,208	64,615	32.84
	고창군	606.82	69,878	110,111	40,233	63.46
	부안군	493.28	68,256	97,372	29,116	70.10



<그림 6.4-17> 각 시군별 평균용량 및 현재수준 현황

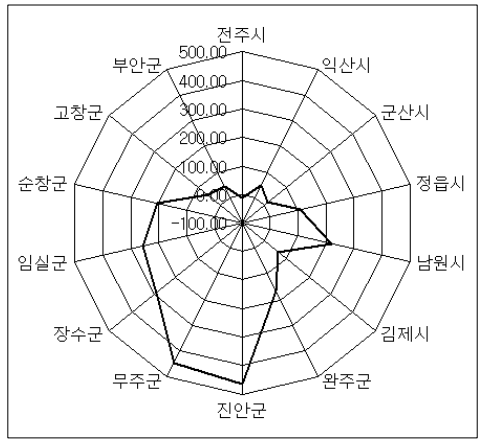


<그림 6.4-18> 전라북도 도시개발 여유용량 현황

3) 여유용량/현재용량 비율 분석

여유용량/현재용량 비율을 비교하여 50% 이상인 지역을 여유용량지역으로 규정하고, 1-50% 미만인 지역을 적정용량지역, 그리고 1% 미만 지역을 부족용량지역으로 구분하여 비교하였다.

- 여유용량지역은 정읍시, 남원시, 김제시 등 3개의 도시지역과 완주군, 진안군, 무주군, 장수군, 임실군, 순창군, 고창군 등 8개의 군으로 분석되었다.
- 적정용량지역은 익산시, 군산시 등 2개의 도시지역과 부안군으로 분석되었다.
- 부족용량지역은 전주시로 분석되었으며, 평균용량과 여유용량이 모두 낮게 산정되어 부족용량지역으로 나타났다.



<표 6.4-31> 전라북도 여유용량/현재용량 비율 현황

구 분		평균용량	현재용량	여유용량	여유용량/현재용량
		인	인	인	%
50만 이상	전주시	540,389	620,374	-79,985	-12.89
30만-50만	익산시	475,570	327,536	148,034	45.20
10만-30만	군산시	305,805	269,865	35,940	13.32
	정읍시	320,411	156,043	164,368	105.34
	남원시	326,770	102,279	224,491	219.49
	김제시	179,736	111,339	68,397	61.43
10만 미만	완주군	2203,28	84,224	136,104	161.60
	진안군	172,799	30,673	142,126	463.36
	무주군	145,617	26,785	118,832	443.65
	장수군	114,357	29,579	84,778	286.62
	임실군	121,908	34,443	87,465	253.94
	순창군	96,208	31,593	64,615	204.52
	고창군	110,111	69,878	40,233	57.58
	부안군	97,372	68,256	29,116	42.66

제 7 장

결 론

제7장 결 론

제1절 환경용량평가

생태적발자국지수(EF)에 의해 전라북도 환경용량을 평가해 본 결과 1994년 전라북도 도민 1인당 토지면적은 0.4011ha였다. 이때 소비수준을 나타내는 EF지수는 2.960ha로서 전라북도 도민 1인당 토지소비는 자연조건으로 주어진 토지면적 보다 약 2.559ha를 더 초과하여 이루어지고 있음을 알 수 있다. 2002년의 경우 역시 1인당 토지면적은 0.4104ha, EF지수 3.323ha로 2.912ha를 더 초과하여 토지소비가 이루어지고 있었다.

생태적자 개념을 활용하여 전라북도 환경용량을 평가해 보면 전라북도의 총면적은 1994년 804,177ha, 2002년 805,094ha이며 이 중에서 생태적으로 생산적인 토지면적은 1994년 702,035ha, 2002년 690,477ha이었다. 여기에서 사용한 생태적으로 생산적인 토지면적(EPL:Ecologically Productive Land)은 리즈가 적용한 전, 답, 과수원, 목장용지, 임야를 총계한 값을 사용하였다.

EF지수를 이용하여 환경용량평가에 관한 연구를 한 지역은 청주시, 울산시, 서울시로 청주시의 EF지수(1999년 EF 1.9010)보다는 높고 울산(1999년 EF 4.049)과 서울(1997년 EF 4.32)보다는 낮은 것으로 나타났으나 타지역에 비해 상대적으로 낮은 생태적자와 면적배수를 나타내고 있었다. 다른 지역에 비해 소비수준이 절대규모에 있어 낮다는 의미는 토지의 산출율과 1인당 소비량과의 함수관계에 의해서 결정되기 때문에 전라북도가 자연산출율(단위생산량)에 비해 상대적으로 적게 소비하고 있으며 다른 지역에 비해 생태적으로 생산성이 높은 토지를 많이 보유하고 있음을 의미한다.

EF지수에 의해 각 시군별 환경용량을 평가해 본 결과 2003년을 기준으로 1인당 가장 많은 토지가 필요한 지역은 전주시로 3.108ha가 필요한 것으로 나타났으며, 가장 적게 토지가 필요한 지역은 진안군으로 2.548ha가 필요한 것으로 나타났다.

전주시의 경우 1인당 토지소비가 자연적으로 주어진 토지면적 보다 3.705ha를 초과하여 이루어지고 있는 반면 진안군의 경우 초과 소비규모가 -0.007ha로 소비규모에 비해 토지면에서 여유가 있는 것으로 나타났다.

생태적으로 생산적인 토지(EPL)를 가장 많이 보유하고 있는 지역은 진안군으로 1

인당 2.187ha이었으며, 가장적은 생산적 토지를 보유한 지역은 전주시로 1인당 0.024ha 이었다. 시군 소비규모에 따른 필요면적배수의 경우 가장 많은 인구가 살고있는 전주시가 현재 보유토지 보다 93.5배의 토지가 더 필요한 것으로 나타났으며, 진안군의 경우 1.0배로 현재 소비규모에 적정한 토지규모를 보유하고 있는 것으로 나타났다.

에머지 분석을 통해 전라북도의 환경용량에 대한 현황을 살펴보았다. 일반적으로 에머지 분석을 통한 전라북도의 환경은 양호한 것으로 나타났다. 전라북도는 에머지-화폐비율로 평가하였을 시 선진국의 형태를 취하였고 에머지 자립도가 높은 것으로 나타났다. 전라북도의 2003년 에머지교환비율은 0.45로 수출 에머지가 수입 에머지보다 크게 나타나 생산자 지역에 해당하며 경제의 단위면적당 연간 에머지 사용량은 아주 낮아 Odum(1996)의 구분에 따르면 농촌형 지역에 속하였다. 일인당 연간 에머지 사용량에서 전라북도는 전국평균에 비해 32.6% 정도 수준으로 아주 낮은 것으로 나타났다. 이 수준은 세계 평균보다 43%정도 높았으며 선진국의 수준과는 차이가 큰 것으로 나타나 국가적으로는 선진국에 접근을 하였으나 전라북도지역은 아직도 중진국 수준에 머물러 있는 것으로 나타났다. 전라북도자연환경이 공급하는 재생가능한 에너지가 수용할 수 있는 인구는 약 143만명으로, 2003년 전라북도 인구 196만명의 73%에 해당하며 전라북도 경제가 선진국 수준으로 발전한다고 가정할 경우 인구수용력은 1,115만명으로 전체 인구의 5.7배에 해당한다. 따라서 전라북도는 현재 자연 환경이 부양할 수 있는 수준을 초과한 상태이나 인구수용능력면에서 많은 여유가 있는 것으로 나타났다. 전라북도의 환경부하비율은 0.37로 대한민국 전체인 19.65 보다 아주 작은 것으로 나타났고 에머지 지속가능성지수(ESI)는 11.40으로 아주 높은 것으로 나타나 환경용량적인 접근으로는 전라북도는 지속적으로 친환경적인 상태를 유지할 확률이 높은 것으로 나타났다. 전라북도가 지속적인 발전가능성이 가능한 상황이므로 이를 유지하기 위해서는 양적인 성장이 아니라 질적인 성장에 초점을 맞추어야 할 것이다. 인구의 감소로 인해 경제적으로 어려움을 호소하고 있는 가운데 환경용량에 따른 인구로 판단할 때 아직도 27%이상이 초과되고 있는 상황이다. 이제는 전라북도가 성장을 대가로 환경을 해치지 않을 수 있는 환경과 성장이 어우러지는 방안을 모색할 단계이다.

제2절 도시개발용량평가

전라북도의 여유용량은 도시의 규모가 비교적 작은 정읍시, 남원시 등의 도시지역과 동부산악권에 위치한 완주군, 진안군, 무주군, 장수군, 임실군, 순창군 등의 지역에서 비교적 높게 나타나는 반면, 전주시와 군산시 등의 중규모 이상의 도시에서는 여유용량이 낮게 나타나고 있어 개발의 정도가 편중되어 차이가 발생하고 있다.

현재수준(현재용량/평균용량) 또한 전주시, 군산시, 익산시를 중심으로 높은 비율을 보이고 있어 적절한 개발수준의 조정이 필요하다.

전라북도 내 시군별 균형있는 발전을 위한 성장관리정책을 통해 현재 여유용량이 있는 지역과 도시시설 수준이 열악한 지역에 대해서는 도 차원에서의 지원이 필요하고, 현재용량이 적정용량을 초과하거나 타 지역에 비해 도시시설 수준이 높은 시군에 대해서는 개발속도 및 개발수준을 적절히 조절해 주는 제도적 장치가 필요하다.

또한 도시개발용량 산정결과를 기초자료로 해서 전라북도의 균형있는 발전을 유도할 수 있도록 도내의 특성에 적합한 성장관리기법을 개발할 수 있는 연구가 뒷받침 되어야 할 것이다.

14개 시군을 대상으로 하는 전라북도 성장관리정책 수립 과정에는 기초자치단체인 시군의 상황과 의견을 충분히 반영할 수 있는 참여기구 및 의사결정제도를 마련하는 방안이 요구된다.

참고문헌

참 고 문 헌

강대석, 남정호, 에머지 개념을 이용한 해양환경자원의 가치평가와 정책활용 방안, 한국해양수산개발원, 2003

경기개발연구원, 경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준개발연구, 1999.11

고창군, 고창군통계연보, 1995～2004

군산시, 군산시통계연보, 1995～2004

김선희, 환경용량평가의 동향과 과제(상), 국토, 1999. 9

김선희, 환경용량평가의 동향과 과제(하), 국토, 1999. 10

김제시, 김제시통계연보, 1995～2004

남원시, 남원시통계연보, 1995～2004

대한국토·도시계획학회, 「토지이용계획특론」, 보성각, 1996.

마강래, Ecological Footprint분석을 이용한 경제활동의 환경영향에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원, 1998

무주군, 무주군통계연보, 1995～2004

문태훈, 지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산정과 환경지표 개발에 관한 연구, 한국정책학회, 한국정책학회보 제7권, 제1호

문태훈, 홍민선, 지탱가능한 발전을 위한 서울시 환경용량의 산정과 정채적 함의, 대한국토·도시계획학회, 국토계획 제36권, 제4호, 2001. 8

보건복지부·한국보건사회연구원, 2001년도 국민건강·영양조사, 2002

산림청, 임업통계연보, 1995～2004

산업자원부, 에너지통계연보, 1995～2004

손지호, 이석모, Emergy 평가에 의한 부산광역시의 지속적인 발전가능성 평가, 한국환경과학회지, 9(3), 185-191, 2000

순창군, 순창군통계연보, 1995～2004

엄기혁, 손지호, 조은일, 이석모, 박청길, Emergy 분석법에 의한 득량만의 환경용량 산정, 한수지, 29(5), 629-636, 1996

완주군, 완주군통계연보, 1995～2004

이상현, 생태족적 모델을 통한 울산시 환경용량평가에 관한 연구, 울산발전연구원, 2001. 12

이창우, 오용선, 서울시 환경용량평가에 관한 연구, 서울시정개발연구원, 1999

익산시, 익산시통계연보, 1995～2004
임실군, 임실군통계연보, 1995～2004
임재호, 이종호, 도시환경용량평가에 관한 연구-청주시를 사례로-, 한국환경영향평가학회, 환경영향평가 제11권, 제1호, 2002
장수군, 장수군통계연보, 1995～2004
전라북도, 전라북도통계연보, 1995～2004
전라북도, 환경백서, 2004
전주시, 전주시통계연보, 1995～2004
정읍시, 정읍시통계연보, 1995～2004
정회성, 변병설, 환경정책의 이해, 박영사, 2003
진안군, 진안군통계연보, 1995～2004
제윤미, 이석모, Emergy 분석법에 의한 제조업의 환경친화성지수 개발, 한국환경과학회지, 13(4), 349-357, 2004
제주도, 환경지표설정, 1997
최영국, 환경용량의 허와 실, 국토, 1999. 4
환경부, 대기환경연보, 1995～2004
환경부, 상수도통계, 1995～2004
환경부, 생태도시조성 기본계획 수립을 위한 용역사업, 1996
환경부, 오수·분뇨 및 축산폐수처리통계, 1995～2004
환경부, 전국 폐기물발생 및 처리현황, 1995～2004
환경부, 하수도통계, 1995～2004
Brown, M. and S. Ulgiati, Energy Quality, Emergy, and Transformity: H.T. Odum's Contributions to Quantifying and Understanding System, Ecological Modeling, 178, 201-213, 2004
Brown, M., and S. Ulgiati, Emergy Measures of Carrying Capacity to Evaluate Economic Investment, Population and Environment, 22(5), 471-500, 2001
Brown, M., and S. Ulgiati, Emergy-based Indicies and Ratios to Evaluate Sustainability: Monitoring Economies and Technology Toward Environmentally Sound Innovation, Ecological Engineering, 9, 51-69, 1997
Hau, J. and B. Bakshi, Promise and Problems of Emergy Analysis, Ecological Modeling, 178, 215-225, 2004

Kang D., and S. Park, Emergy Evaluation Perspectives of a Multipurpose Dam Proposal in Korea, Journal of Environmental Management, 66, 293-306, 2002

Kang, D., Emergy Evaluation Perspectives on the Natural Environment and Economy of Seoul, Environmental Sciences, 10(s-1), 1-10, 2001

Lee, S., and H. Odum, Emergy Analysis Overview of Korea, Journal of the Korean Environmental Science Society, 3(2), 165-175, 1994

Lefroy, E. and T. Rydberg, Emergy Evaluation of Three Cropping Systems in Southwestern Australia, Ecological Modeling, 161, 195-211, 2003

Odum, H. and B. Odum, Concepts and Methods of Ecological Engineering, Ecological Engineering, 20, 339-361, 2003

Odum, H., Explanations of Ecological Relationships with Energy Systems Concepts, Ecological Modeling, 158, 201-211, 2002

Odum, H., Environmental Accounting-Emergy and Environmental Decision Making, John Wiley & Sons, inc., NY, 1996

Odum, H. and N. Peterson, Simulation and Evaluation with Energy Systems Blocks, Ecological Modeling, 93, 155-173, 1996

Odum, H., Systems Ecology: An Introduction, John Wiley & Sons, New York, 1983

Qin, P., Wong, Y., and N. Tam, Emergy Evaluation of Mai Po Mangrove Marshes, Ecological Engineering, 16, 271-280, 2000

전발연 2005-R-14

전라북도 환경용량 및 도시개발용량 평가

발 행 인 | 한 영 주

발 행 일 | 2005년 12월 31일

발 행 처 | 전북발전연구원

560-761 전북 전주시 완산구 중앙동 4가 1번지

전화:(063)286-9201 팩스:(063)286-9206

http://www.jd.re.kr

본 출판물의 판권은 전북발전연구원에 속합니다.