

GIS이용 우리 나라 시·군별 쌀수량 분석 연구

박광호

(한국농업전문학교 식량작물학과)

GIS Application on Rice Yield Production in Korea

Kwang-Ho Park

Dept. of Food Crop Science, Korea National Agricultural College

적 요

21세기는 정보산업과 생명산업이 가장 중요한 산업으로 전망하고 있다. 전 국민의 주된 먹거리인 쌀은 생명산업으로서 그 위치가 점차 올라갈 것으로 기대되며, 더욱이 앞으로의 농산업은 주변 첨단 정밀기기 및 정보기술 등을 접목하는 정밀·친환경 생명산업으로 변천하여 갈 것이다. GIS는 이러한 기술 중의 하나의 도구로서 최근 각 산업분야에 널리 이용하고 있는 실정이다.

앞으로의 벼농사는 이와 같은 첨단기술을 도입하여 실시간(real time) 정밀 재배·생산관리가 이루어져 보다 편하고 안전한 농산물 생산이 가능할 것으로 기대된다. 본고에서는 GIS를 이용한 우리 나라 쌀 수량성을 시·군별로 구분하여 분석함으로써 도별, 시·군별 쌀수량의 차이를 직접 비교가 가능하며, 최고 또는 최저 수량지역간의 원인분석을 통한 수량성의 격차를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 특히 1998년도 및 1997년도 우리 나라 쌀수량이 가장 높았던 시·군으로서는 충남 당진으로서 10a당 560.597kg으로 나타나 이 지역에 대한 높은 쌀수량의 원인 구명과 아울러 비교적 최저 수량을 보였던 구리(331kg/10a), 고양(345kg/10a), 고성(368kg/10a), 하남(380kg/10a), 태백(381kg/10a), 양양(384kg/10a), 속초(391kg/10a), 동해(396kg/10a), 칠곡(397kg/10a) 지역의 저수요인을 밝혀 수량성 증가를 가져올 수 있는 기술적, 정책적, 환경적 대책이 필요할 것으로 판단되어진다.

1. 서론

쌀은 우리 나라 전국민의 기초식량으로 그 중요성은 매우 크다. 우리 나라 쌀 수량은 1950년대 10a당 330kg으로서 매우 낮았으나, 그 이후 보조에너지(비료, 농약)사용, 단간·복합저항성인 양질 다수성 품종 육성, 재배기술발전 등으로 전국 평균 수량성이 최근 10a당 500kg 이상으로 매우 높은 실정이며, 이는 세계 쌀 생산국 중 호주, 미국 다음으로 높은 편이다. 하지만 우리 나라 지역내에서도 쌀 수량성의 편차가

도·시·군별로 따라 매우 큰 편이다. 우리 나라 쌀 수량조사는 농림부가 주관하여 전국 5,000여 논 필지에서 10,000여 개소의 표본포구를 통하여 비교적 광범위하게 매년 수행하여 보고하고 있다. 하지만 최근 정보통신산업이 날로 발전해감에 따라 앞으로 우리나라 농업작황조사 및 분석방법도 최신 도구(tools)를 접목하여 보다 정밀하고 현장(field)과 실시간(real time)에 가까운 작황조사·발표로 정밀한 농작업·재배관리로 작물마다 품종고유의 최대 잠재수량(potential yield)을 얻을 수 있는 효율적인 관리가 필요할 것으로 판단된다. 특히 GIS(geographic infor-

mation system, 지리정보체계)와 고도의 해상력(1×1m-이코노스 등)을 가진 인공위성카메라를 통한 3차원 전자지도 제작 등으로 작물별 각 지역 및 전국적인 작황현황 분석이 가능하게 될 것으로 기대된다.¹²⁾ 본 연구분석은 이러한 연구의 입문으로서 지난 2년(1997 및 1998년)간 우리 나라 시·군별 쌀 수량 조사자료에 근거하여 GIS를 이용하여 분석한 결과를 보고하고자 한다.

또한 앞으로의 정보·기계산업의 발달은 인간의 예측을 증가하는 속도로 점차 발달하여 갈 것이다. 특히 이 분야 많은 연구자들은 앞으로의 농업은 정밀농업(precision agriculture)으로서 시·군 단위보다 더 좁은 위치 또는 필지별로 적합한 농자재 투입과 생육관리를 통하여 수량은 극대화하면서 불필요한 보조에너지 투입을 최소화하여 농자재 낭비와 환경오염을 줄일 수 있는 농산업 관리로 점차 전환하여 갈 것으로 예측하고 있다.

특히 수확량 맵핑시스템(yield mapping system)은 작물의 시기별 영양분 함량, 병해충 발생정도 등의 자료와 지형적인 공간정보를 연결함으로써 곡물수확량을 알 수 있다. 이에 관련한 연구는 최근 우리 나라를 비롯 선진외국에서도 매우 활발히 진행하고 있다.

II. 재료 및 방법

우리 나라 시·군별 쌀 수량조사는 농림부에서 주관하여 수행하고 있으며, 1997 및 1998년도 전국 시·군별 논벼 수량조사는 조사포구(3m²)의 벼를 예취하여 탈곡 손질하고 그 시료를 건조시킨 후 제현하여 현미로 단위면적당 수확량을 추정하고 현미수량에 현백율을 적용, 백미로 환산하여 단위면적당 수확량을 추정하고 있다.

1997년 및 1998년도 조사표본수는 논벼의 경우 총 5,000개소 표본필지를 선정하여, 약 8,000개소의 표본포구를 조사하였다.

본 분석에 이용한 시·군별 쌀 수량은 농림부에서 발행한 1997년 및 1998년산 작물통계 자료를 이용하였으며, 통계청에서 제작한 우리 나라 시·군별 행정

지도를 이용하여 나타내었다. GIS 지도분석은 ArcView(Version 3.0a for UNIX and Windows NT, ESRI, USA)를 사용하였으며, 지도상의 범례는 1997 및 1998년도 최고 쌀 수량과 최저 쌀 수량을 기준으로 50kg/10a 간격으로 구분하여 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 1998년도 쌀수량 분석

가. 경기도

1998년도 경기도의 시·군별 쌀 수량은 상대적으로 높은 10a당 500kg 이상인 지역으로서 의왕(535) > 평택(518) > 화성, 안성(509) > 연천(507) > 안양(502) > 안산, 하남, 이천(500kg/10a) 등으로 나타났으며, 수량이 450kg/10a 이하인 지역으로는 고양(345) > 파주(402) > 부천(406) > 광명(438) > 시흥(440) > 과천(445) > 군포(446kg/10a) 등으로서 이들 지역은 대부분 도시근교 지역인 것으로 나타났다(그림 1).

나. 강원도

강원도의 경우 우리 나라 전체적인 쌀 수량성과 비교하여 볼 때 10a당 500kg 이상 시·군으로는 철원(505kg/10a) 한 지역으로 나타났으며, 400kg/10a 이하 시·군은 총 4개 시·군 즉 고성(368) > 양양(384) > 속초(391) > 동해(396kg/10a)로서 가장 많게 나타났으며, 400~449kg/10a 시·군에서도 강릉(403) > 평창(413) > 영월(425) > 태백(428) > 홍천(438) > 횡성(443) > 화천(445kg/10a) 등으로 나타났다(그림 2).

따라서 강원도 지역에 속하는 많은 시·군은 비교적 위도가 높은 중·산간지로서 벼 재배환경은 비교적 불리한 여건으로서 이에 적합한 재배기술 전략 도입이 요구되어 진다.

다. 충청북도

충청북도는 특이적으로 쌀 수량이 10a당 500kg 이상 시·군이 없었으며, 450kg 이하 지역도 체천(443kg/10a)을 제외하면 없었다. 대부분의 시·군이 450~499kg/10a의 쌀 수량을 나타내었다(그림 3).

라. 충청남도

1998년도 우리 나라 전체 시·군에서 쌀 수량이 가장 높았던 시·군은 1997년에 이어 당진(560kg/10a)으로 나타나, 이 지역에 대한 연구가 요구되어진다. 10a당 500kg 이상 시·군으로서도 9개 시·군(60%)으로서 이들 지역은 서천(536) > 아산(531) > 보령(529) > 천안(527) > 부여(525) > 예산(524) > 논산(512) > 공주(504) > 태안(502kg/10a)으로 나타났으며, 500kg 이하 지역은 연기·홍성(499) > 청양(478) > 서산(471) > 금산(449kg/10a) 등 5개 시·군으로 각각 나타났다(그림 4).

마. 전라북도

1998년도 전라북도의 시·군별 쌀 수량은 532~483kg/10a 범위에 걸쳐 있었으며, 비교적 다른 도(道)에 비하여 변이 폭이 매우 좁은 편이 특징적이었다. 쌀 수량이 500kg 이상 시·군은 71%에 해당되며, 그 지역으로서는 김제(532) > 부안(517) > 익산·임실(516) > 군산(514) > 정읍(511) > 고창(508) > 전주(506) > 남원(501) > 순창(500kg/10a) 등으로 나타났으며, 500kg 이하 시·군으로서는 진안(498) > 완주(495) > 장수(493) > 무주(483kg/10a) 등으로 나타났다(그림 5).

바. 전라남도

전라남도는 쌀 수량성 폭이 526~460kg/10a로 나타났으며, 10a당 500kg 이상 시·군(29%)으로서는 목포(526) > 보성(507) > 여천(505) > 고흥(503) > 강진(502) > 장흥(501kg/10a)으로 나타났으며, 기타 시·군은 모두 460~498kg/10a에 속하였다(그림 6).

이는 다른 도(道)에 비하여 1998년의 경우 시·군간의 편차가 크지 않은 편이었다.

사. 경상북도

1998년도 경상북도 시·군별 쌀 수량성에서는 우리나라 전체적인 쌀 수량성 비교에서 10a당 500kg 이상의 비교적 높은 수량성 시·군에 속한 지역은 없었으며, 484~397kg/10a로서 다른 도(道)에 비하여 전반적으로 낮은 편이었다(그림 7).

특히 10a당 450kg 이하 지역도 전체의 59%로서 많은 편이었으며, 수량이 가장 낮은 시·군으로서는 철

곡(397kg/10a)으로 나타났다. 또한 이들 수량이 비교적 낮은 시·군은 대부분 남부 2모작 지대로서 벼+시설재배지역이 많은 지역들로 추정되어 진다.

아. 경상남도

경상남도의 쌀 수량성은 경상북도와 유사한 경향을 보이고 있었으며, 쌀 수량성이 496~425kg/10a로서 전반적으로 낮은 편에 속하였다(그림 8).

이는 경상북도 일부지역과 마찬가지로 대부분 남부 이모작지로서 시설재배지역으로 상대적으로 벼 재배가 불리한 여건에 있는 지역이 많기 때문으로 추정되어 진다.

2. 1997년도 쌀수량 분석

가. 경기도

1997년도 경기도에 속하는 시·군별 쌀 수량성은 그림 9에서 보는 바와 같다. 최고 수량을 보였던 시·군으로서는 평택으로서 10a당 544kg로 나타났으며, 다음으로 의왕(543) > 오산(523) > 동두천(521) > 연천(519) > 김포(513) > 군포(507) > 이천(506) > 화성(504kg/10a) 순으로 나타났다. 한편 수량성이 10a당 450kg 이하로서 비교적 낮은 시·군으로서는 구리(331) > 하남(380) > 남양주(403) > 가평(416) > 시흥(425kg/10a) 등으로 각각 나타났다. 경기도내에서 수량성이 비교적 500kg/10a 이상 상위에 속한 시·군의 특징으로서는 대부분 평야지로서 주된 벼 재배지역에 속하는 편이다. 하지만 10a당 450kg 이하로서 수량이 낮은 시·군의 경우 대부분 대도시 주변의 시·군으로 나타났다.

나. 강원도

강원도의 시·군별 쌀 수량은 다른 도에 비하여 전체적으로 낮았으나 철원군은 10a당 553kg로서 매우 높은 편이었다(그림 10). 철원을 제외한 모든 시·군은 500kg/10a 이하로 나타났다. 또한 쌀 수량이 10a당 450kg이하로 낮은 시·군으로서는 태백(381) > 횡성(402) > 홍천(426) > 평창(441) > 강릉(446) > 영월(448) > 양양(449kg/10a) 등으로 나타났으며, 평야지인 철원을 제외한 기타 시·군은 주로 중·산간지역으로 추정되

어진다.

다. 충청북도

충청북도의 1997년도 쌀 수량의 특징으로서는 10a 당 550kg 이상 생산한 시·군이 없었으며, 비교적 쌀 수량이 높았던 시·군으로는 진천(545)·청주(525)·청원(524)·보은(520)·괴산(516)·옥천(515)·음성(505)·영동(503kg/10a) 순이었으며, 수량이 10a당 450kg 이하로 낮은 시·군은 없는 것으로 나타났다(그림 11).

라. 충청남도

충청남도의 쌀 수량은 전반적으로 높은 수량성을 보였다(그림 12). 가장 수량이 높았던 시·군으로는 당진으로서 10a당 597kg로서 이는 1997년도 우리나라 전체에서 가장 높은 수량으로 나타났다. 또한 아산(583)·서천(577)·예산(560)·논산(557)·서산(553)·연기(552)·보령·청양(551)·태안(550kg/10a)으로 매우 높은 시·군이 많은 편이었으며, 전체 시·군에서도 수량이 가장 낮았던 금산군도 10a당 531kg로서 다른 도의 시·군에 비하면 매우 높은 것으로 나타났다.

마. 전라북도

1997년도 전라북도의 시·군별 쌀 수량은 그림 13에서 보는 바와 같이 10a당 550kg 이상 시·군이 김제(571)·부안(553)·군산(550kg/10a) 등으로 나타났으며, 10a당 450kg 이하 시·군은 없는 것으로 나타났다.

바. 전라남도

전라남도 전체 시·군의 쌀 수량은 전라북도와 비슷한 경향으로 나타났다(그림 14). 즉 10a당 550kg 이상 수량을 보였던 시·군으로는 강진(556)·나주(555)·장흥(554kg/10a)으로 나타났다. 또한 쌀 수량이 450~499kg/10a 시·군은 여수(494) 및 완도(491kg/10a)로 각각 나타났다.

사. 경상북도

1997년도 경상북도의 시·군별 쌀 수량은 대체적으로 10a당 550kg 이하로 나타났으며, 최고수량을 보였

던 시·군으로는 문경(538)·안동(534)·상주(531)·의성(517)·구미(515)·예천(511)·포항(508)·김천(503)·군위(502kg/10a)로 나타났다(그림 15). 또한 수량이 비교적 낮은 시·군으로는 성주(433)·칠곡(469)·영덕(469kg/10a)으로서 이들 지역은 광역시 주변 시설 하우스 2모작지대 또는 동해안 냉조풍지대에 속하는 편이다.

아. 경상남도

경상남도의 쌀 수량은 경상북도와 비슷한 경향을 보였으며, 쌀 수량이 비교적 10a당 500kg 이상으로서 높은 시·군으로는 함양(513)·남해(511)·김해·고성(502kg/10a)로 나타났다. 또한 수량이 낮은 시·군으로는 합천(467)·함안(467)·밀양(469)·사천(472kg/10) 등으로 각각 나타났다(그림 16).

자. 전국 쌀수량 변천 양상

지난 2년(1997 및 1998)의 우리나라 쌀 수량성을 비교하여 보면 그림 17과 같다. 즉 같은 연도 내에서 지역간의 쌀 수량성 비교에서는 서해안 평야지역이 비교적 쌀 수량이 높은 것으로 나타났으며, 남서부해안, 중북부 평야지 등이 다른 지역에 비하여 상대적으로 높은 수량성을 각각 보였다. 또한 수량성이 다른 지역에 비하여 비교적 낮은 지역으로서는 도시근교, 남부 이모작지, 동해안, 북부 산간지역 등이었다. 도별 시·군간의 수량성 변이 폭이 가장 큰 도(道)로서는 경기(206kg/10a)·강원(132kg/10a)·경북(79kg/10a)·경남(77kg/10a)·전남(76kg/10a)·충남(69kg/10a)·전북(59kg/10a)·충북(42kg/10a) 순으로 나타났으며, 같은 도(道)에서도 시·군의 2년차간 비교적 높은 수량성 차이라고 볼 수 있는 10a당 50kg 이상 수량차이를 보였던 시·군의 수에서는 경북(14), 전남(8), 경기(6) 등으로 많은 편이었다.

1997년 및 1998년도 전국에 걸친 쌀 작황자료를 GIS 분석한 결과 시·군별 쌀 수량의 지역적 차이는 여러 가지 요인이 있겠지만, 다음과 같이 크게 지적할 수 있다. 즉, 재배품종, 기상(미세기상 포함), 토양환경, 병해충 발병양상, 관리정도 등에 따라 크게 차이가 있을 것으로 판단되어진다. 특히 품종자체가 가

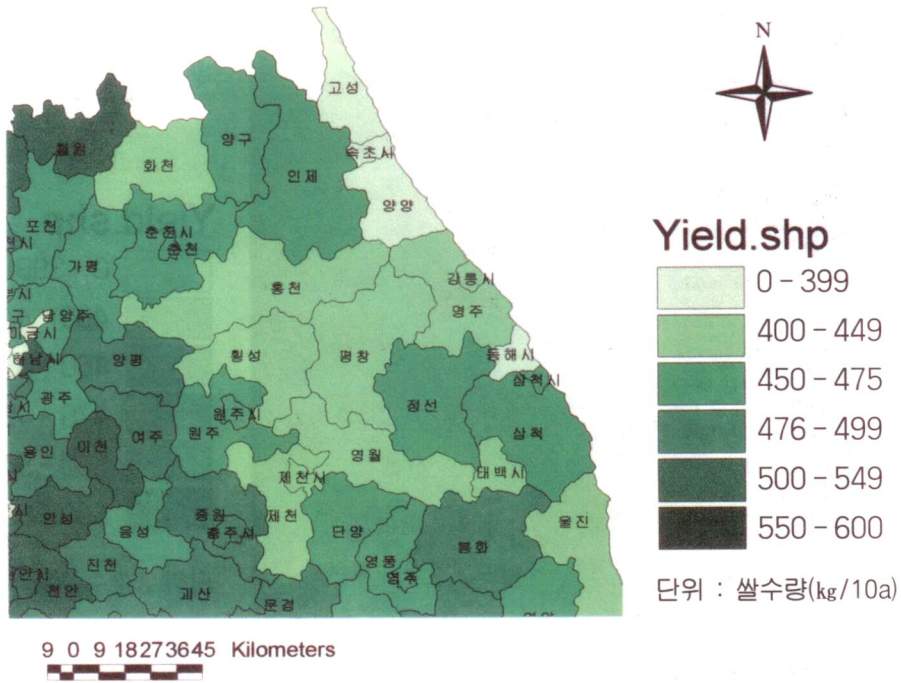


그림 1. 경기도 시군별 쌀수량(1998)

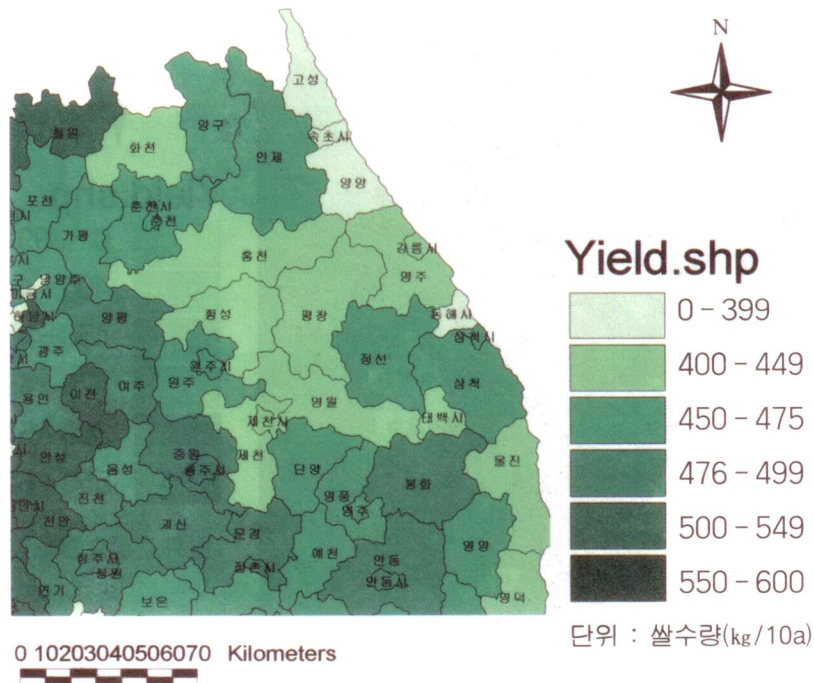


그림 2. 강원도 시군별 쌀수량(1998)

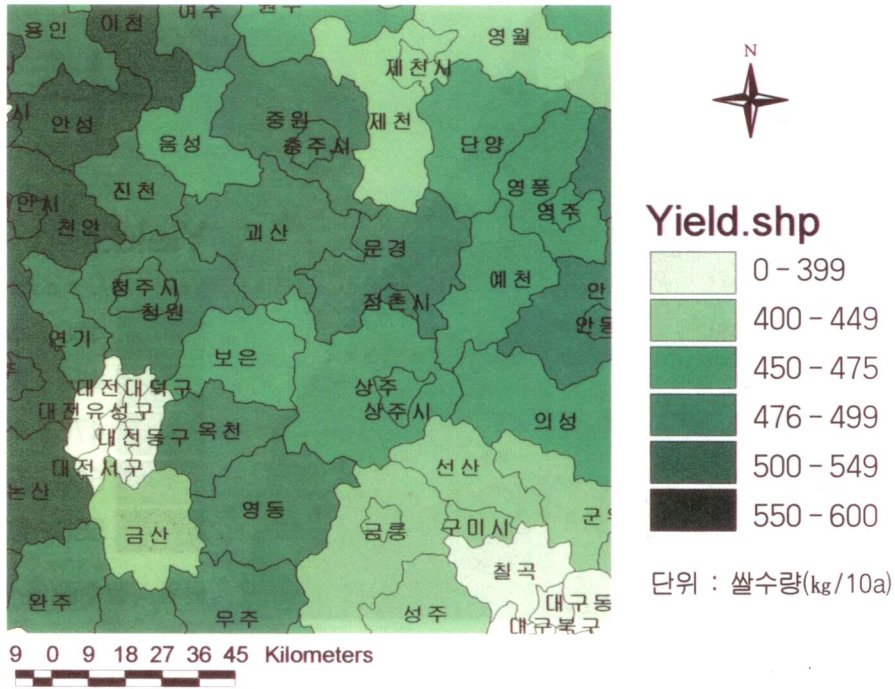


그림 3. 충청북도 시군별 쌀수량(1998)

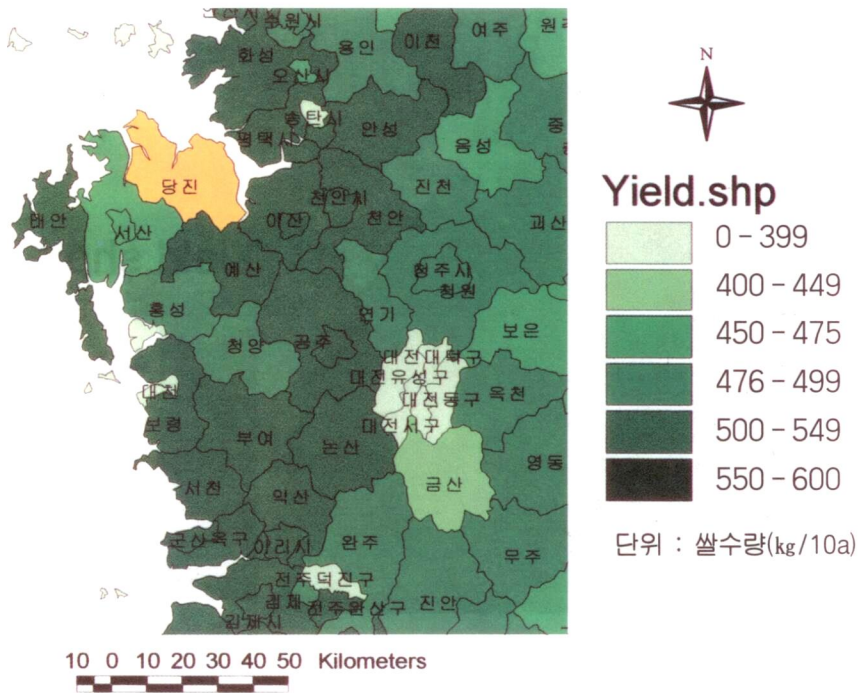


그림 4. 충청남도 시군별 쌀수량(1998)

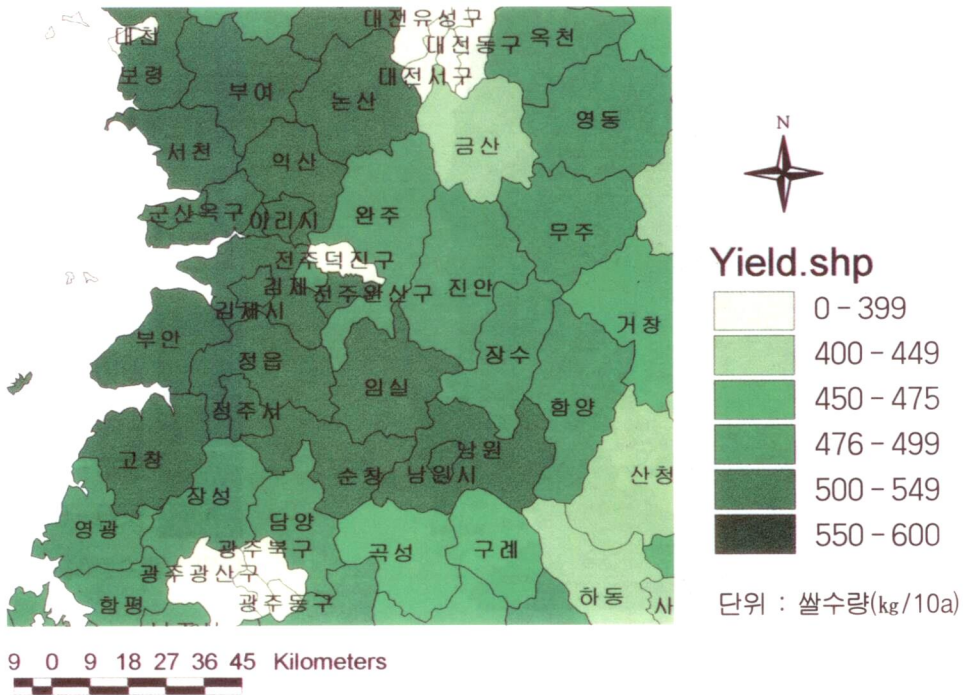


그림 5. 전라북도 시군별 쌀수량(1998)

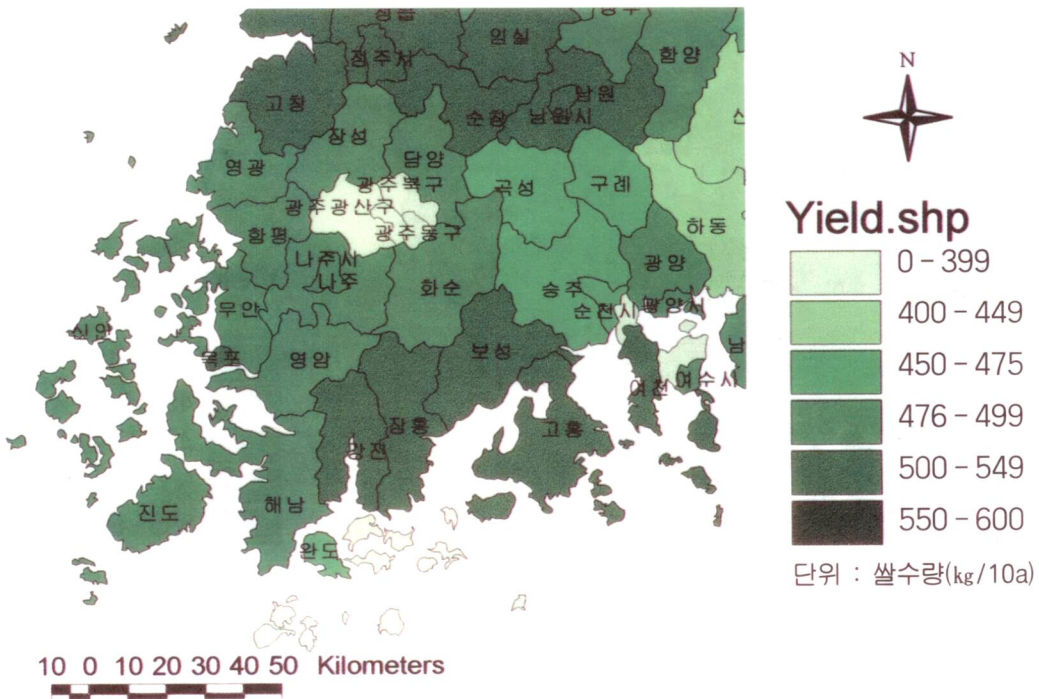


그림 6. 전라남도 시군별 쌀수량(1998)

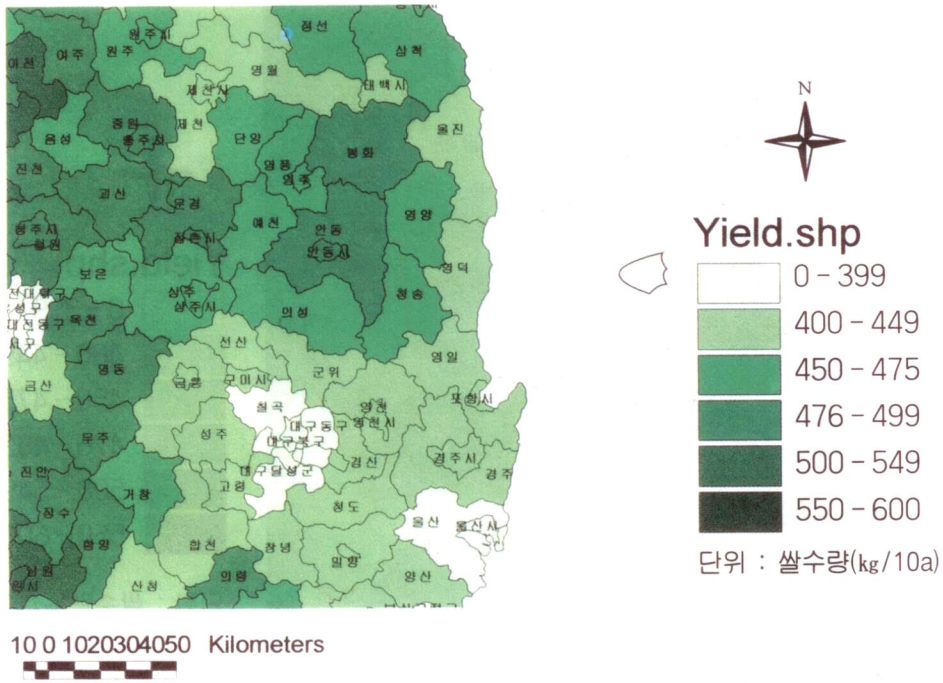


그림 7. 경상북도 시군별 쌀수량(1998)

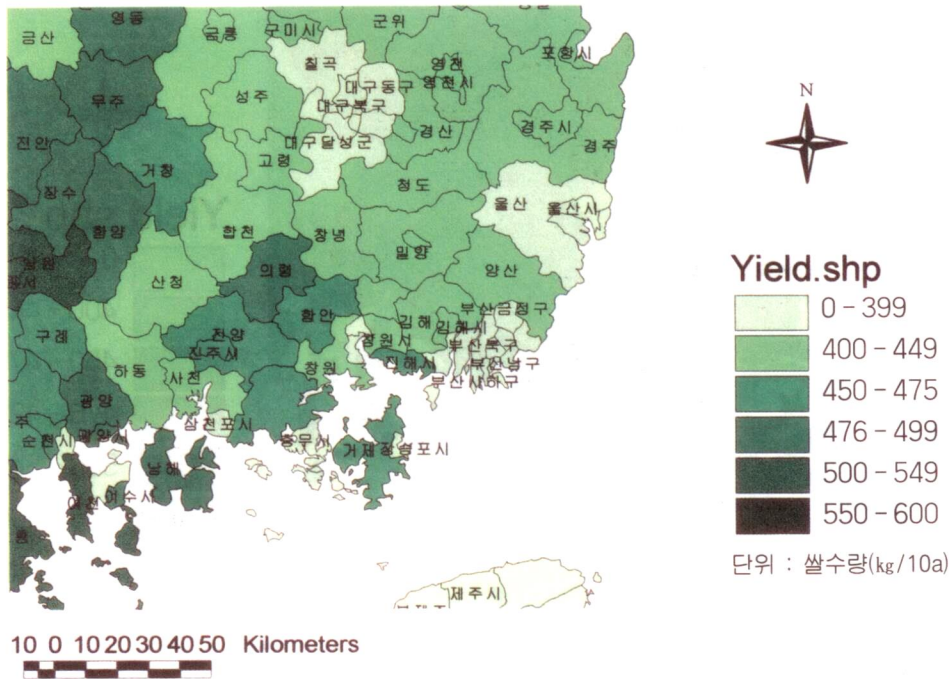


그림 8. 경상남도 시군별 쌀수량(1998)

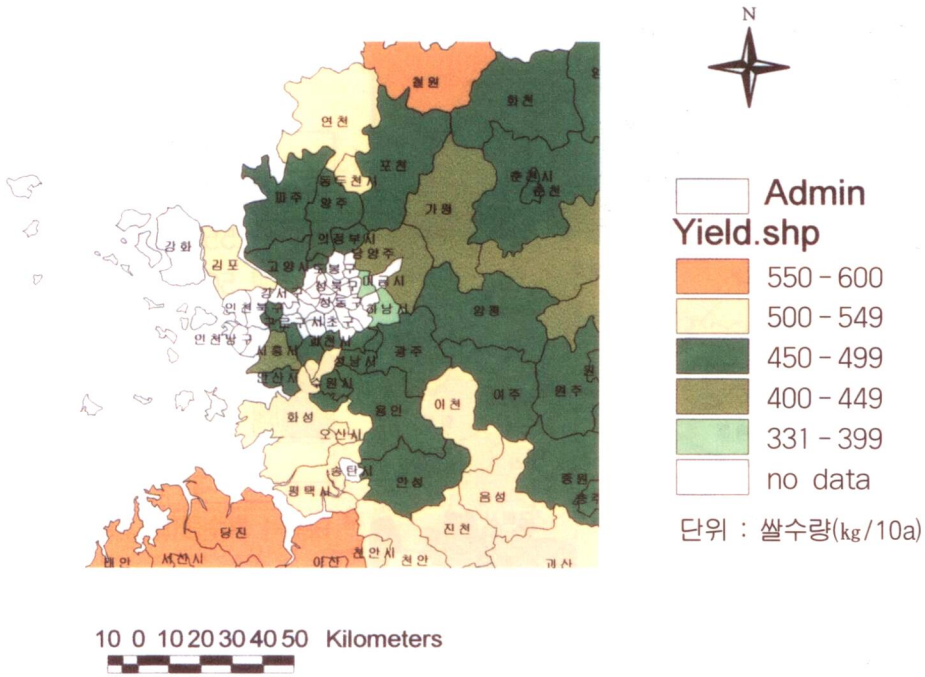


그림 9. 경기도 시군별 쌀수량(1997)

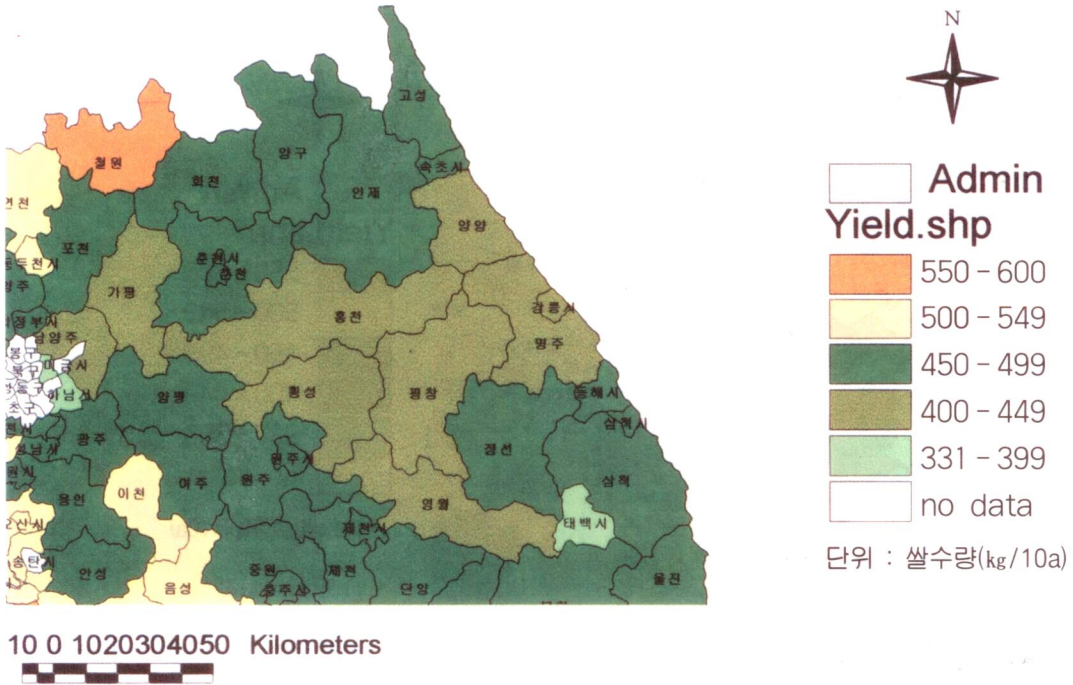


그림 10. 강원도 시군별 쌀수량(1997)

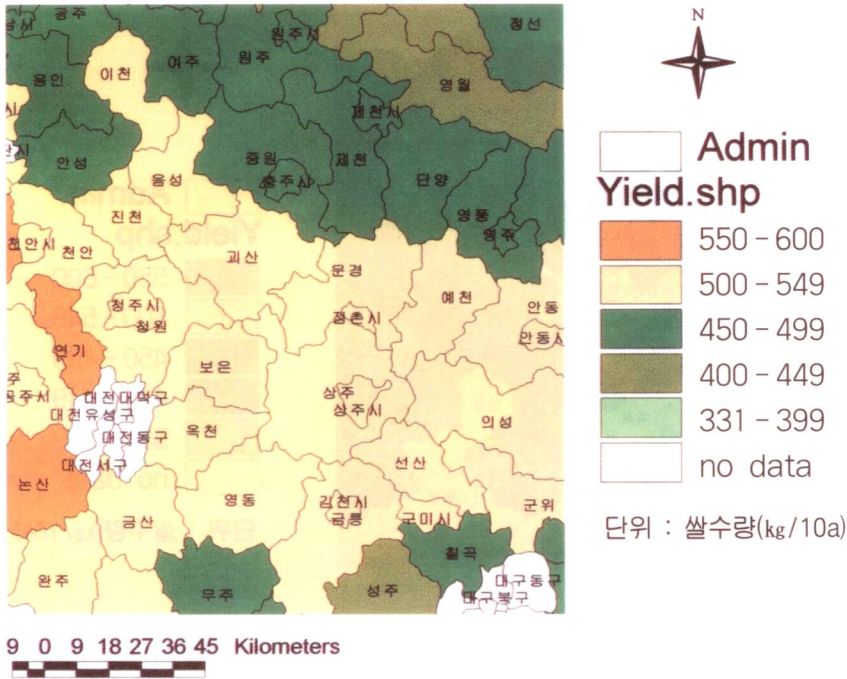


그림 11. 충청북도 시군별 쌀수량(1997)

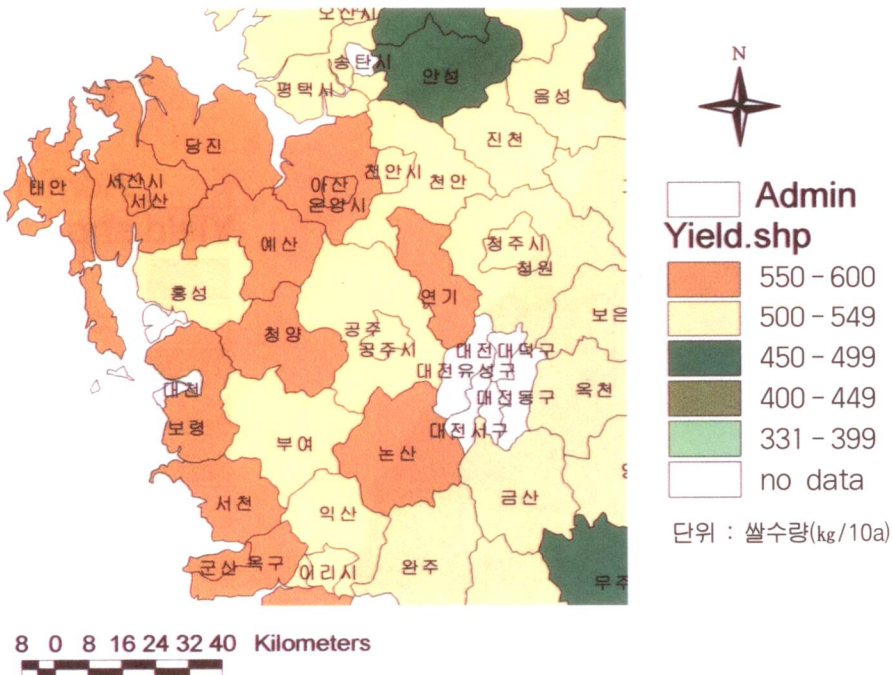


그림 12. 충청남도 시군별 쌀수량(1997)

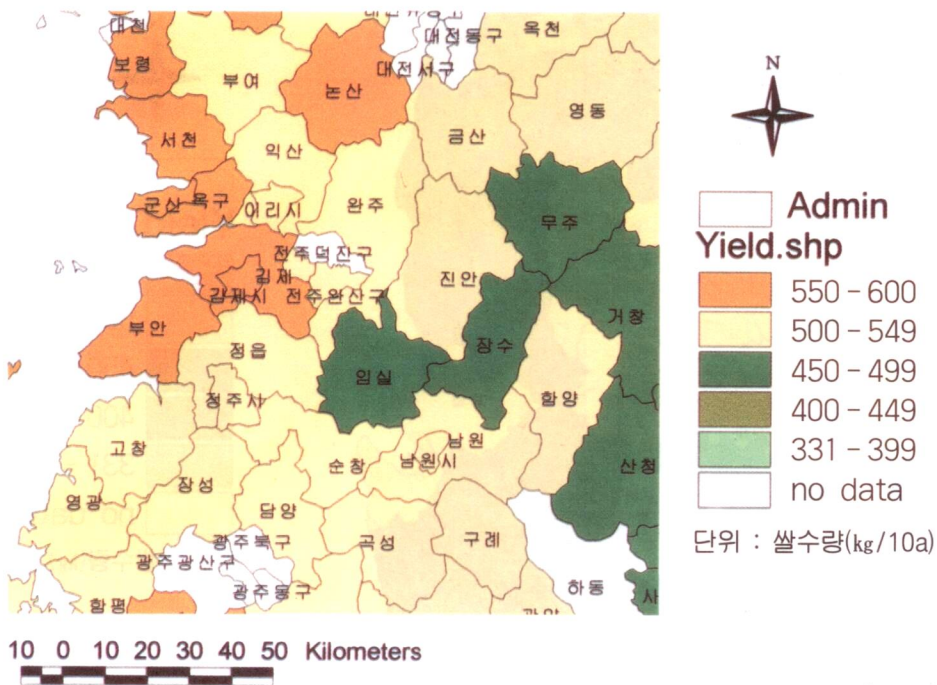


그림 13. 전라북도 시군별 쌀수량(1997)

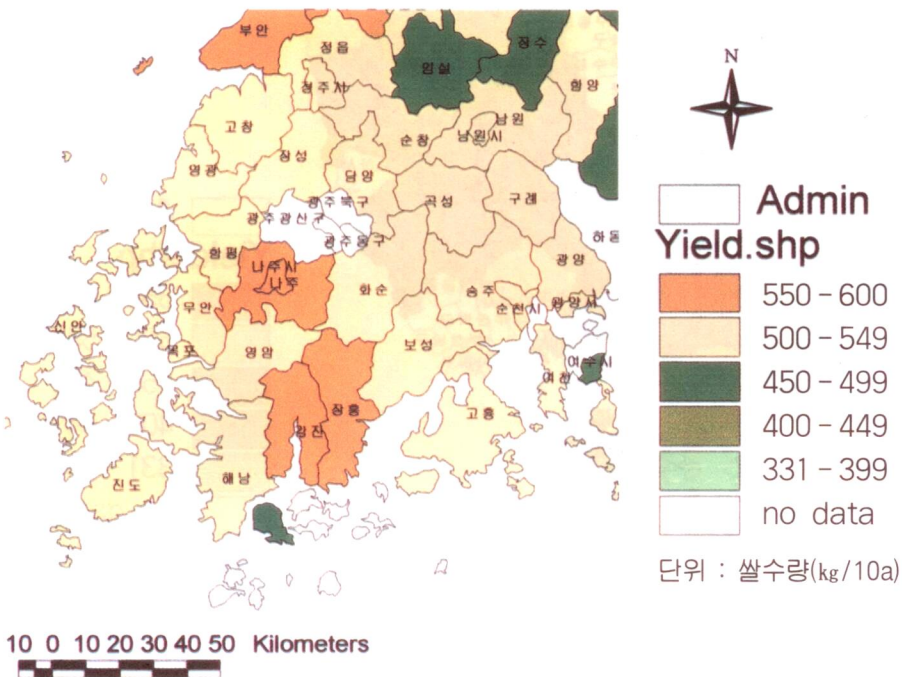


그림 14. 전라남도 시군별 쌀수량(1997)

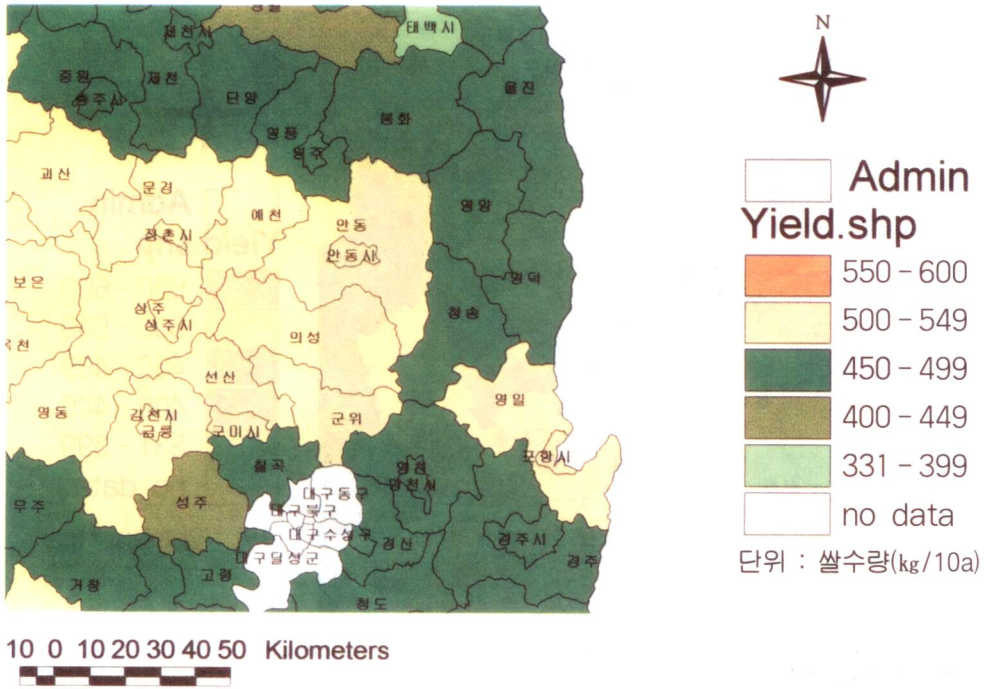


그림 15. 경상북도 시군별 쌀수량(1997)

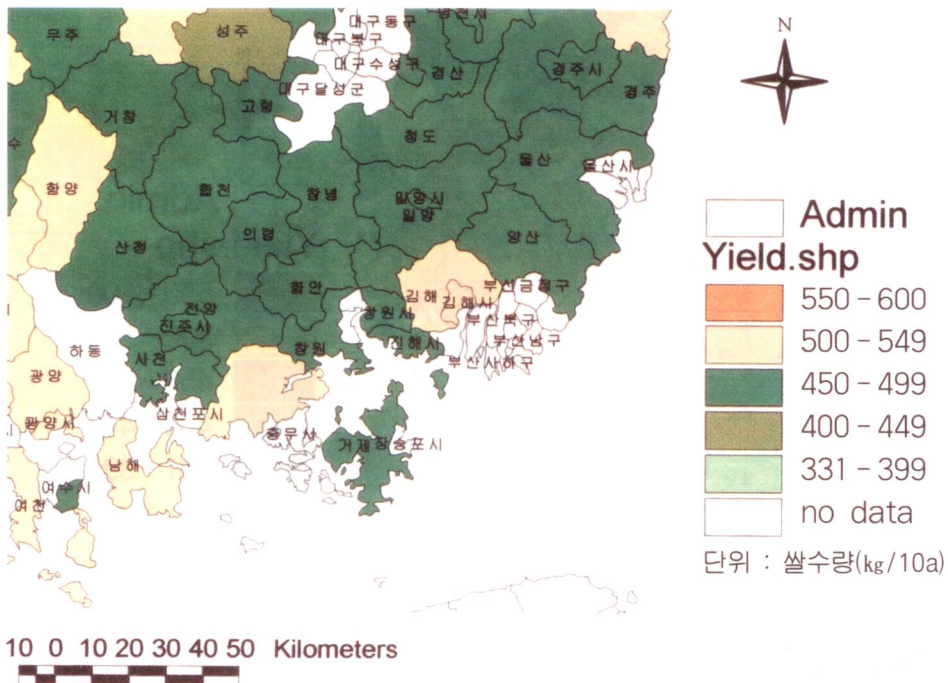


그림 16. 경상남도 시군별 쌀수량(1997)

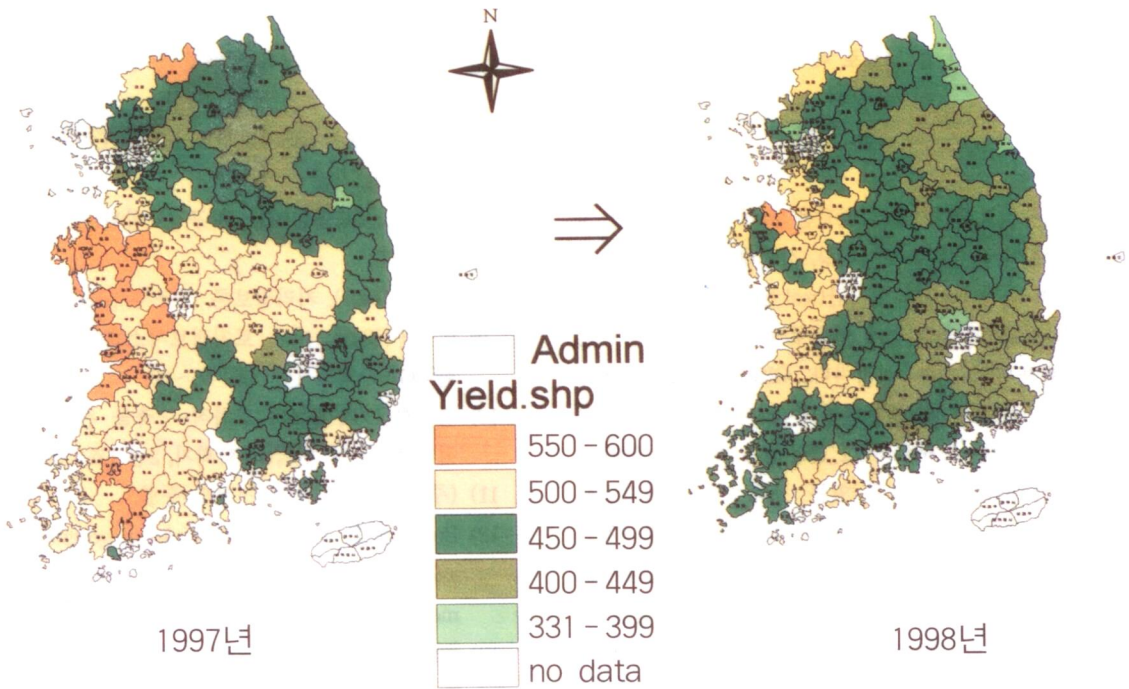


그림 17. 우리나라 시군별 쌀수량 변화

지고 있는 수량성은 크게 차이가 있으므로 수량이 낮은 지역은 수량성이 높은 최근 장려 품종선택과 기타 저수(低收) 요인을 구명하여 전체적인 수량을 향상 시킴으로써 우리 나라 쌀 생산성 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단되어진다.

이와 같이 우리 나라 지역, 공간적 쌀 생산성 차이는 여러 가지 복합요인에 의하여 나타날 것으로 추정되어진다. 이와 같은 분석은 우리 나라 논잡초의 전국적인 분포분석에서도 그 지역의 고도, 이앙기, 논종류, 작부양식, 재배양식, 경운방법, 경운종류, 사용한 제초제 종류 등에 따라 현저한 차이가 나타난 것으로 보고되었으며,^{1, 3, 4, 5, 17)} 벼의 주요 병인 도열병 발생 분포에서도 지역간 큰 차이가 있는 것으로 알려졌다.²⁾ 이는 GIS 분석에 이용한 조사자료가 전국 논의 필지마다 모두 조사된 자료가 아니기 때문에 정밀도는 매우 높지는 않다고 할 수 있지만 그 지역의 대표 필지에서 조사된 자료이기 때문에 이와 같은 기술의 접근 방법이 향후 효율적인 논잡초 관리, 병해충 예

방 및 방제, 작물 작황예측 등의 농작물 생산, 관리체계 기술도입에 크게 도움이 될 것으로 기대된다.

또한 앞으로 RS(remote sensing) 기술의 발달과^{6, 7, 8, 9, 10, 11)} 실제 주요 시기별 전국, 도, 시군 또는 특정 지역과 관심지역의 세밀한 조사가 이루어지게 되면 잡초방제 전략에 매우 귀중한 자료로 이용할 수 있을 것이다. 또한 이와 같은 조사사업이 실시간(real time)으로 자료(data)를 얻어 인터넷(internet)으로 자료를 전송받아 GIS와 같은 도구로 분석을 하게 된다면 문제지역^{13, 14, 15)} 및 생산성이 낮은 지역, 병해충, 잡초발생이 심한 지역 중심으로 전략적인 정책, 지도 관리가 이루어질 수 있을 것이다.

아울러 정확한 작황진단, 병해충 발생 분포양상을 특히 지역중심으로 관리가 가능하게 되면 보다 정밀한 농업으로 접근할 수 있어 지속적, 안정적 작물생산, 병해충·잡초관리로 환경오염 방지에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.¹⁶⁾ 아울러 본 연구의 향후 발전방향은 작물의 품종별 재배적지 선정, 식부

면적 관리, 이양 또는 파종작업의 효율적 관리 등에도 그 활용성이 클 것으로 예측되어 진다.

IV. 결론

최근 정보산업기술의 발달은 과거 예상치 못한 자료조사, 수집, 분석, 모니터링, 시뮬레이션 작업 등을 가급적 현장(field)과 실시간(real time)에 접근하는 입체적 정보분석을 가능케 함으로써 사회 각 분야에 많이 활용되고 있는 실정이다. GIS(geographic information system, 지리정보체계)는 이와 같은 기능을 수행할 수 있는 도구로서 그 활용성은 매우 큰 편이다. 더욱이 최근 개발되고 있는 고해상도의 원격탐사(remote sensing)기술과 접목이 가능하게 되면 3차원 전자지도 제작도 예상되며, 아울러 GPS(geographic positioning system) 기술의 연계로 더욱더 정밀한 농작업 및 작물 재배관리가 용이할 것으로 추정된다. 특히 인간의 주된 먹거리인 작황예측, 분석기술의 정확성과 빠른 정보제공은 앞으로 새로운 천년을 맞이하는 21C에는 예측과 계획이 가능한 먹거리 생산유지가 가능하리라 기대되어져 앞으로 농산업(agri-business) 분야의 정밀농업(precision agriculture) 접근을 위해서는 정보과학 및 정밀기계 산업의 접목과 그 활용성이 매우 크게 요구되고 있다.

인용문헌

- 1) 박광호, 고광현, 강윤규(1999), GIS이용 한국의 논 잡초 분포 분석연구, 현장농업연구지, 1(1): 75~84.
- 2) 박광호, 박대균, 고광현(1999), GIS이용 우리나라 벼 주요 병해충 발생현황 분석 연구, 현장농업 연구지, 1(1): 85~94.
- 3) 박광호(1998), GIS이용 잡초관리체계 연구, 1. 우리나라 논 잡초 발생밀도의 지역 및 연차변화, 한국잡초학회지, 18(4): 356~363.
- 4) 박광호(1998), GIS이용 잡초관리체계 연구, 2. 논 잡초 분포의 생태학적 분석과 GIS분석의 차이, 한국잡초학회지 18(4): 364~370.

- 5) 박광호, 오윤진, S. P. Kam(1995), GIS를 이용한 논잡초 올방개 방제연구, 한국GIS학회지, 3(1): 47~53.
- 6) 박기석(1995), GIS지리정보시스템, 도서출판 동서, p. 291.
- 7) 오종우, 오승훈(1994), 지구정보학원론, 원탑문화, p. 561.
- 8) 유근배(1997), 지리정보론, 상조사, p. 352.
- 9) 이우종(1993), 미국 토지정보시스템에 관하여, 한국GIS학회지 1권 1호: 95~98.
- 10) 장영희(1994, GIS의 효과적 구축을 위한 실용적 전략 구상, 한국GIS학회지, 2권 1호: 15~25.
- 11) (주)캐드랜드(1997), 정보의 통합.
- 12) Burrough P. A.(1987), Principles of geographical information systems for land resources assessment, Clarendon Press, Oxford, p. 193.
- 13) ESRI(1991), GIS concepts kit, Environmental Systems Research Institute, Inc, California, USA.
- 14) ESRI(1997), Introduction to Arc/Info, Volume 1 and 2, Environmental Systems Research Institutes, Inc, California, USA.
- 15) ESRI, 1997, Understanding GIS, The ARC/INFO method.
- 16) Jeffrey star and John estes(1990), Geographic information systems, An introduction Prentice Hall, p. 303.
- 17) Park, K. H., K. Moody, S. P. Kam, Y. J. Oh, and Y. C. Ku,(1995), GIS application for weed management strategy in Korea, p. 557~56. In proceedings I(B) of the 15th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Tsukuba, Japan.