



## 제1장

# 쌀 예상 생산량 모형 연구

- 독립종의 회귀모형식 구축을 중심으로 -

이의규 · 정미옥 · 이충근

## 제1절 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

매년 통계청에서는 전국의 쌀 생산량을 추정하기 위하여 표본으로 선정된 필지에 대해 쌀생산량조사를 실시하고 있다.<sup>1)</sup> 쌀생산량조사는 크게 예상량조사와 실수확량조사로 나뉘어 조사되는데, 실수확량조사(수확기)에 앞서 예상량조사(9. 15일 기준)를 시행하여 한 해의 쌀 생산량을 앞당겨 추정하고 있다. 이 예상량조사의 결과는 시기적으로 쌀 수매량 결정 등 농업정책결정에 있어서 매우 중요한데 최근 2년 연속으로 쌀 예상량조사 결과와 실수확량조사 결과와의 차이가 크게 발생하여<sup>2)</sup> 생산량 예측에 대한 신뢰성 문제가 제기된 바 있다.

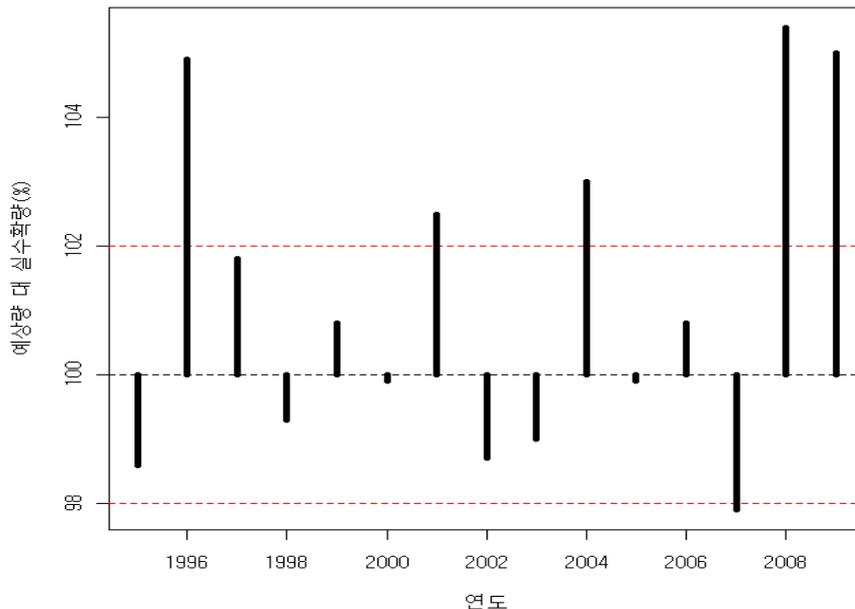
쌀 생산량은 쌀생산량조사로부터 단위면적당 쌀 생산량을 추정하고 재배면적조사로부터 재배면적을 추정한 후, 단위면적당 쌀 생산량과 재배면적을 곱하여 추계된다. 한편, 단위면적당 쌀 생산량은 단위면적당 낱알수를 낱알의 무게와 곱하여 산출한다. 그런데 단위면적당 낱알수는 실측을 기초로 하나 수확기에 측정할 수 있는 낱알의 무게는 조사자의 주관적 판단에 의해 결정하여 단위면적당 쌀 생산량을 예상해 왔다.<sup>3)</sup> 최근 2년의 격차발생으로 문제가 제기되기 전까지는 그동안의 결과로 볼 때 조사관의 현지정보와 실측정보 그리고 과거의 경험 등으로부터 예상하는 낱알무게의 주관적 판단 방법이 부정확했다고 말하기는 어렵다.

1) 2008년 3월 농림부에서 통계청으로 업무가 이관됨

2) 2008년 예상량 대 실수확은 105.4%, 2009년에는 105.0%

3) 1 m<sup>2</sup>당 포기수, 이삭수, 낱알수는 실제 측정하나 낱알의 무게는 조사관이 주관적으로 판단

그러나 [그림 1-1]의 예상량조사 결과와 실수확량조사 결과 차이의 과거자료를 들여다보면, 1996년과 2004년<sup>4)</sup>에도 그 결과의 차이가 3% 이상이었다. 차이가 컸던 1996년, 2004년과 함께 최근 2008년, 2009년에는 태풍이 없고 평년에 비해 일교차가 컸으며, 일조시간이 많은 편인 것으로 확인되었다. 이 결과로 미루어 볼 때, 기상이 이례적으로 좋을 때에 기상조건이 제대로 반영되지 않아 격차가 발생한다고 볼 수 있다. 이는 예상량조사 시 조사관이 태풍이 있었던 과거를 늘 염두에 두고 천립중을 보수적으로 추정하였기 때문이라고 추측된다. 다시 말해 최근의 격차발생은 기존의 주관적 추정방법이 보수적이고 평균적인 결과를 예상하는 경향이 있어 이례적인 기상 변화를 객관적으로 반영하지 못함에 기인한다고 할 수 있다.



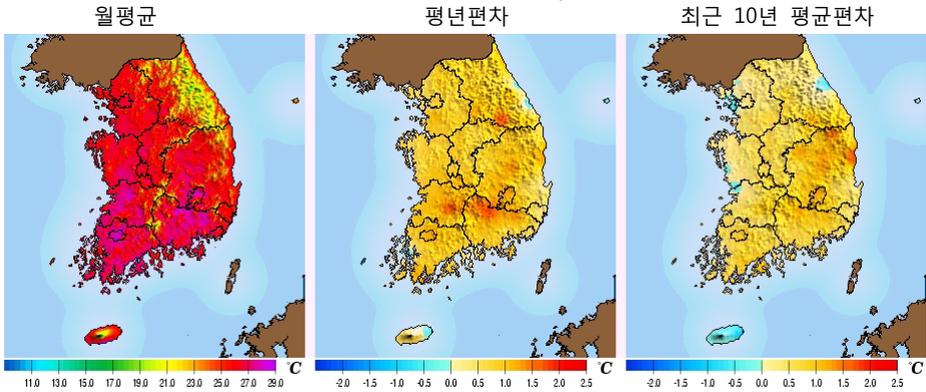
[그림 1-1] 연도별 예상량조사 결과와 실수확량 결과의 차이

과거 2009년 9월의 기상요소를 분석하여 보면([그림 1-2], [그림 1-3] 참조) 평균기온은 평년과 비슷하나, 최고기온은 평년보다 높은 반면 최저기온은 평년보다 다소 낮아 일교차가 큰 것을 알 수 있다. 한편 강수량은 평년보다 적었으며, 평균풍속은 평년보다 다소 적은 반면 일조시간은 최근 10년 평균에 비해 높았다. 10월의 기상요소도 이와 유사하여 난날이 잘 익을 수 있는 기후였음을 확인할 수 있다.

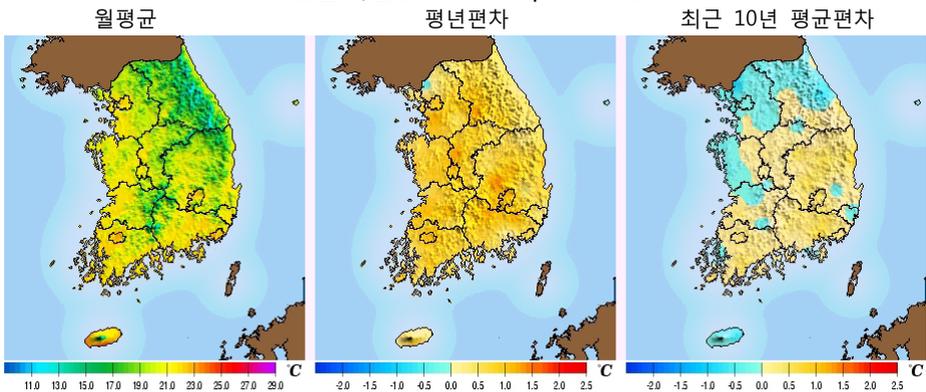
4) 1996년 예상량 대 실수확은 104.9%, 2004년에는 103.0%



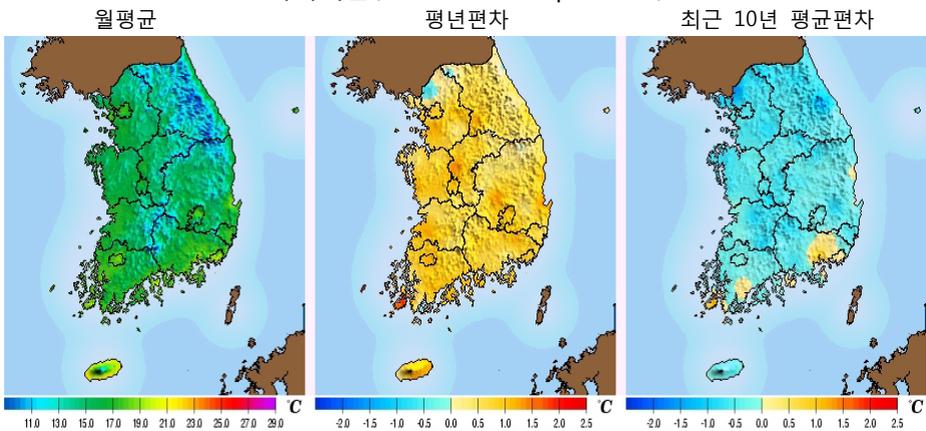
최고기온(Maximum temperature)



평균기온(Mean temperature)

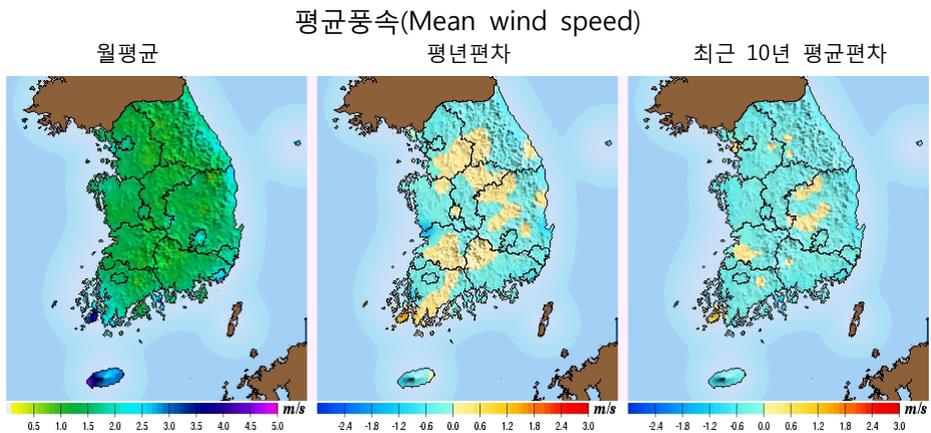
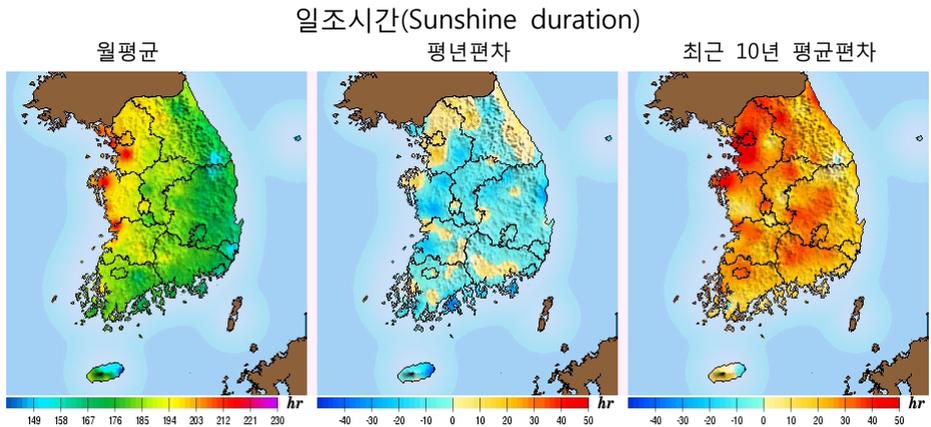
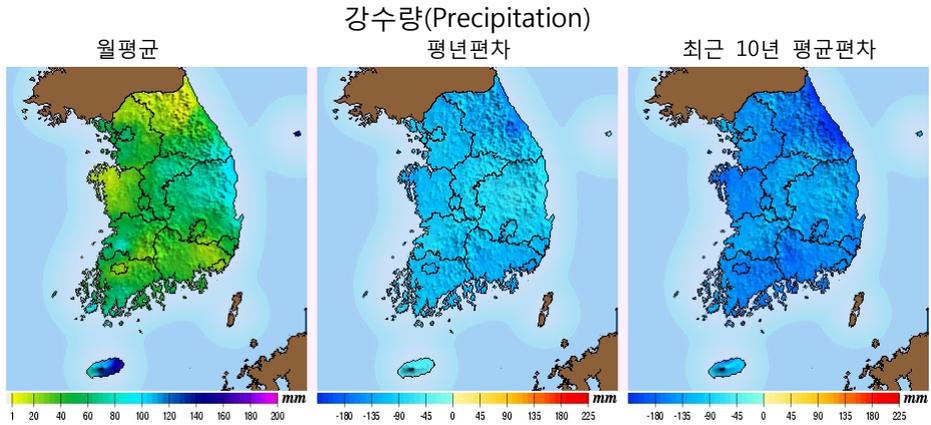


최저기온(Minimum temperature)



자료 : 기상청, 2009

[그림 1-2] 2009년 9월 주요 기상요소 분석(최고기온, 평균기온, 최저기온)



자료 : 기상청, 2009  
 [그림 1-3] 2009년 9월 주요 기상요소 분석(강수량, 일조시간, 평균풍속)



따라서 본 연구에서는 조사관이 주관적으로 판단하는 낱알의 무게를 예상량조사 전 까지의 실측요소와 기상조건을 이용하여 통계적으로 판단하고자 한다. 즉 천립중(낱알 천 개의 무게)에 영향을 주는 요인을 찾아내고 천립중의 통계적 추정방법의 적용을 통해 쌀 생산량을 예측하고자 함이 본 연구의 목적이다.

## 2. 연구의 내용 및 구성

쌀 생산량과 관련된 연구로는 김정호(1998), 장석환(2000), 김창국 외(2002), 윤진일 외(2001), 조정숙 외(2002), 그리고 박홍규 외(2002)의 다수의 논문을 들 수 있다. 특히 쌀 예상생산량 추정방법에 대한 연구로 강창완(1998)은 통계적 분석방법인 주성분분석과 군집분석을 이용하여 전국 추정치를 추정한 바 있다. 그런데 이 방법은 유사연도의 자료를 그대로 사용하고 있을 뿐 아니라 지역별 특성을 반영하지 못하여 도별 예상생산량을 구할 수 없어 강창완(2000)은 천립중에 대한 9개 도별 회귀모형을 제시한 바 있다. 그러나 출수기에 영향을 주는 기상조건으로 일조시간만을 설명변수로 반영하고 있으며 기상 적용기간도 9월 상순으로 동일하게 한정하였다. 특히 일조시간이 영향을 준다고 하였으나 최종모형에는 일조시간이 선택되지 않고 있어 결과적으로 기상을 반영시키지 못하였다. 본 연구에서는 실측요소로 총낱알수와 피해율을 설명변수로 투입하였으며 기상요소로는 일조시간, 일교차, 평균기온, 강우량 등을 고려하였다. 또한 각 지역의 대표품종과 대표출수기를 근거로 기상적용기간을 결정하였다.

본 연구의 첫 번째 목표는 예상량조사의 올바른 이해를 돕고 조사결과 이용상의 주의점을 홍보하고자 함이다. 예상수확량은 전국의 수확량을 예상하는 주 조사로 오해받기 쉽다. 전국의 수확량을 추정하는 주 조사는 실수확량조사이고, 예상량조사는 실수확량조사 이전에 미리 앞당겨 생산량을 예상하는 조사이다.<sup>5)</sup> 두 번째는 일본의 생산량조사 사례를 검토하고 이를 토대로 시사점을 도출하고자 하는 것이다. 일본은 우리나라와 같이 쌀을 주식으로 하는 나라로서 조사체계가 매우 유사하기 때문에 면밀히 검토할 필요가 있다. 세 번째는 본 연구의 주요 목표로서 주관적 판단요소인 천립중에 영향을 주는 여러 가지 요인을 찾아내어 통계적 추정방법의 유용성을 검토하고, 이 통계적 모형에 근거한 천립중 예측을 통해 단위당 예상수확량을 제시하고자 함이다.

본 보고서는 다음과 같이 전개된다. 먼저 2절에서는 쌀생산량조사의 개요 및 수량에 영향을 주는 요인에 대해 살펴본다. 3절에서는 생산량 추정의 국·내외 사례를 검토한다. 4절에서는 천립중에 영향을 주는 요인을 찾아내어 예측모형을 제시하고 5절에서는 추정모형의 개선사항을 검토, 6절에서 추정모형을 2010년 자료에 실제 적용한다. 마지막 절에서는 연구의 결과요약과 향후의 연구 방향에 대해 언급하고 결론을 맺는다.

5) 이러한 점에서 실수확량조사보다는 수확량조사로 부르는 것이 적절한 것으로 판단됨

## 제2절 쌀생산량조사의 개요와 벼 수량 결정요인

### 1. 쌀생산량조사의 개요

쌀생산량조사는 식량생산 계획, 농산물 가격안정, 농업소득 추계 등 농업정책 수행에 필요한 자료를 수요자에게 제공하기 위하여 실시하고 있다. 1964년까지는 행정조사로 실시하다가 1965년에 최초로 쌀 단위면적당(10a당<sup>6)</sup> 수량을 표본조사로 실시하였다. 1967년 5월에 지정통계 제11404호로 지정되었으며 최근 2008년 3월 농림수산물식품부에서 통계청으로 이관되었다.

쌀 생산량은 단위면적당 수량을 재배면적과 곱하여 추계한다. 단위면적당 생산량조사는 현재 예상량조사와 실수확량조사로 나뉘어 실시된다. 한편, 예상량조사 전에 실시하던 작황조사는 2006년 폐지되었다. 조사는 현지를 방문하는 실측조사가 이루어지며 관계기관의 의견을 수렴하여 지방청 및 사무소로부터 농어업통계과로 집계된다.

예상량조사의 조사시기는 9.15. ~ 9.21.이며 공표시기는 10월 초순이다. 실수확량조사의 조사시기는 실수확기이며 공표시기는 11월 중순이다. 그리고 쌀생산량조사의 조사대상은 표본은 3,000필지<sup>7)</sup>이다. 예상량조사는 조사기준 시점(9.15.)의 측정 가능한 3개의 쌀 수량 관련 항목들을 조사하여 추정하고 수확량조사는 수확기 벼를 직접 예취, 탈곡, 건조, 제현, 칭량 등의 작업과정을 거쳐 나온 현미에 현백율(92.9%)을 곱하여 산출한다(<표 1-1> 참조).

실측항목은 1m<sup>2</sup>당 포기수, 포기당 이삭수<sup>8)</sup>, 이삭당 낱알수<sup>9)</sup>, 피해상황<sup>10)</sup> 등을 실측하고 천립중<sup>11)</sup>은 조사관이 주관적으로 판단하여 10a당 생산량을 예상한다. 최종 쌀 예상량은 10a당 생산량을 해당 재배면적(단위 10a)을 곱하여 아래와 같이 구한다.

- 쌀 10a당 예상생산량

$$= 1m^2\text{당포기수} \times \text{포기당유효이삭수} \times \text{이삭당완전낱알수} \times \text{천립중} \div 1,000$$

- 쌀예상량 = 재배면적 × 쌀 10a당 예상생산량

6) 10a는 1,000m<sup>2</sup>, 약 300평

7) 2007년 4,500필지, 2008년 3,800필지, 2009년 3,000필지로 표본규모 축소

8) 2008년까지는 포기당 이삭수와 유효이삭수 비율을 기입, 2009년에는 포기당 유효이삭수만 기입

9) 2008년까지는 이삭당 낱알수와 완전낱알수 비율을 기입, 2009년부터 이삭당 완전낱알수만 기입

10) 현장에서 표본포구에 대하여 병해, 충해 등의 피해율을 조사하며 예상량 산출식에 직접 적용은 되지 않음

11) 벼 낱알 1,000개의 무게를 말하며 직접 측정하지는 않으나 과거 조사자료 등을 참고로 벼가 익어서 쌀로 가공했을 때 추정되는 무게



한편, 쌀 실수확량조사에서는 6m<sup>2</sup>당 조제벼 중량, 건조벼 중량, 수분함량, 현미중량, 피해상황 등 전 항목을 실측 조사하여 10a당 생산량을 아래와 같이 추계한다.

- 쌀 10a당 생산량 (kg)

$$= \frac{6m^2\text{당 } 1/8 \text{ 현미중량} \times 8 \times 1,000}{6 \times 1,000} \times \frac{100 - \text{조사수분 함량}}{100 - \text{기준수분 함량}} \times \text{현백률 (92.9)}$$

- 쌀 생산량 = 재배면적 × 쌀 10a당 생산량

〈표 1-1〉 조사방법 비교

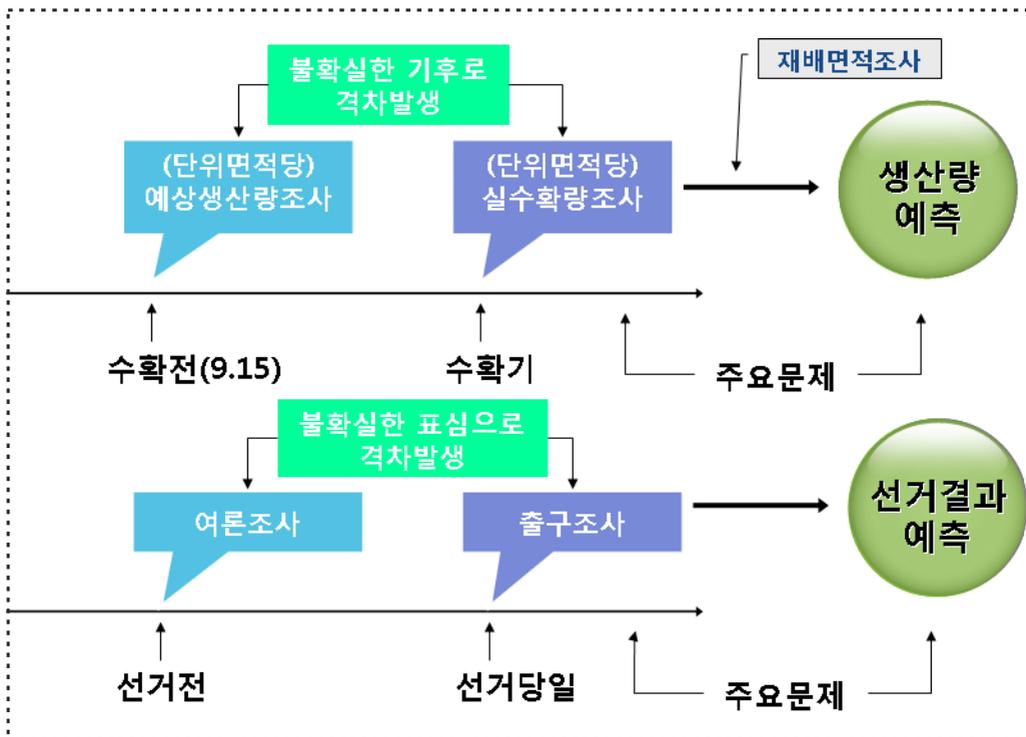
구 분	9.15. 예상량조사	실수확량조사
조사시기	- 9.15. 기준(9.15.~9.21.) 보고기일: 9.21.	- 수확기(9월 중순~11월 초) 보고기일: 11.15.
조사대상	- 논벼가 재배된 면적표본 단위구 내에서 선정된 표본지점(3m <sup>2</sup> )	- 좌동
조사표본수	- 3,359개 필지(논벼: 3,000, 밭벼: 325, 간척지: 34)	- 좌동
조사내용	- 1m <sup>2</sup> 당 포기수, 포기당 유효이삭수 와 이삭당 완전난알수*, 피해상황 등 *) 2008년까지는 포기당 이삭수와 유효이삭비율, 이삭당 난알수와 완전난알수 비율을 기입	- 6m <sup>2</sup> 당 조제벼 중량, 건조벼 중량, 수분 함량, 현미중량, 피해상황 등 *) 2008년까지는 유효이삭수, 완전난알수 와 불완전난알수를 수확기에 실측하였 으나 2009년부터 폐지
10a당 수량	- 1m <sup>2</sup> 당 포기수 × 포기당 유효이삭 수 × 이삭당 완전난알수 × 천립 중(예측) ÷ 1,000	- 2개 표본 포기(6m <sup>2</sup> ) 내의 벼를 직접 베 어 탈곡, 건조시키고 현미로 만든 후 선 별하여 중량을 실측 조사 - 현미 중량에 현백률 92.9% 적용
생산량추정	- 쌀 예상생산량 = 재배면적 × 쌀 10a당 예상수량	- 쌀 생산량 = 재배면적 × 쌀 10a당 수량

자료 : 통계청, 내부자료, 2009

한편, 실수확량조사는 전국의 실제 수확량이라고 오해하기 쉽다. 실수확량조사는 전 수조사가 아닌 표본조사로서 전국 필지에서 층화표본으로 채택된 표본포구의 시료에서 채취한 중량으로부터 단위생산량을 추정하고 추정된 재배면적을 곱하여 쌀 생산량을 구한다. 따라서 실수확량조사의 결과를 가지고 전국수확량을 추정하는 것이다. 반면 예상

량조사는 전국의 실제 쌀 수확량을 예상하기 위한 주 조사가 아니라 쌀 수매 등 농업정책의 특성상 좀 더 빠른 결과 예측이 필요하여 표본조사 결과 전에 표본조사 결과를 예상하는 조사이다<sup>12)</sup>. 따라서 두 조사 결과의 차이는 표본조사의 결과와 표본조사 전(前) 결과의 차이의 문제이며 우리는 이 차이를 줄이는 데 관심을 가지고 있는 것이다.

이는 다음과 같은 상황과 비슷하다. 선거 전에 우리는 흔히 여론조사를 실시한다. 그리고 선거가 진행되고 있는 상황에서 투표를 막 마치고 나오는 일부 사람에게 어느 후보를 선택했는지 묻는 출구조사를 실시한다. 여론조사를 예상량조사라고 한다면 출구조사는 실수확량조사라 볼 수 있다. 대선은 일일이 투표결과를 집계하여 선거결과를 실제 발표하지만 쌀생산량조사는 일일이 집계하지 않고 실수확량조사로 쌀생산량을 추산한다. 한편 여론조사의 결과는 선거 당일에 가까울수록 정확하고 멀수록 여러 요인에 의해 영향을 받기 쉬운 것처럼 예상량조사 또한 실수확량조사의 시기와 차이가 날수록 오차는 커진다고 볼 수 있을 것이다([그림 1-4] 참조).



[그림 1-4] 예상생산량조사와 여론조사

12) 이러한 맥락에서 예상량조사는 수확량 예상조사로, 실수확량조사는 수확량조사로 부르는 것이 오해의 소지를 줄일 수 있는 방법 중 하나로 판단됨



## 2. 2009년도 단위면적당 수량의 추계

이제 2009년도에 전국 쌀 생산량이 어떻게 추산되었는지를 살펴본다. 10a당 예상생산량(kg)은 아래와 같이 전국 평균 508kg으로 추산되었다. 여기서 포기수, 유효이삭수, 완전날알수는 가중평균된 결과이다. 그리고 쌀 예상량은 재배면적과 단위면적당 예상생산량을 곱하여 얻게 된다.

쌀 10a당 예상생산량

$$\begin{aligned}
 &= 1m^2\text{당 포기수}(21.2) \times \text{포기당 유효이삭수}(19.6) \times \text{이삭당 완전날알수}(72.9) \\
 &\quad \times \text{천립중} \div 1,000 \\
 &= 1m^2\text{당 완전날알수}(30,349) \times \text{천립중} \div 1,000 \\
 &= 508(kg)
 \end{aligned}$$

쌀 예상량

$$= \text{재배면적}(917,990 \text{ ha}) \times \text{쌀 10a당 예상생산량}(508kg) / 100 = 4,663,389(\text{톤})$$

한편, 10a당 수확량은 아래와 같은 식으로 계산되고 이를 전국적으로 평균하여 구한 결과, 534kg으로 집계되었다. 따라서 쌀 생산량은 4,898,725(톤)으로 추정된다.

쌀 10a당 생산량(kg)

$$= \frac{6m^2\text{당 } 1/8 \text{ 현미중량} \times 8 \times 1,000}{6 \times 1,000} \times \frac{100 - \text{조사수분함량}}{100 - \text{기준수분함량}} \times \text{현백률}(92.9)$$

쌀 생산량

$$= \text{재배면적}(917,990 \text{ ha}) \times \text{쌀 10a당 생산량}(534kg) / 100 = 4,898,725(\text{톤})$$

그런데 2009년도 쌀예상량조사의 10a당 예상생산량(kg)이 508kg이므로 전국 천립중 평균치는 16.7g으로 예상하였던 것을 추측할 수 있다. 한편 실수확량조사 결과는 534kg이므로 실사 후 천립중<sup>13)</sup>은  $(534/30,349) \times 1,000 = 17.6(g)$ 으로 나타났다. 따라서 이론수량과 실측수량이 정확히 맞는다는 가정하에서 예상량조사 때의 전국 평균 천립중과 실사 후 천립중이 약 0.9g의 차이가 나며, 이 차이가 예상량과 수확량의 결과 차이를 가져왔다고

13) 실사 후 천립중은 10a당 생산량을 1m<sup>2</sup>당 완전날알수로 나누고 (날알 1개당 무게: g) 여기에 1,000을 곱하여 구함

볼 수 있다.

한편 <표 1-2>는 과거 예상수확량과 실수확량을 시도별로 나타낸 결과표이다. 결과표에서 보면, 2008년과 2009년 예상량과 수확량의 차이가 다른 해보다 크게 나타나고 있다. <표 1-3>은 2008년과 2009년도 재배면적과 단위면적당 수확량조사 결과를 곱하여 추산한 쌀 생산량을 각 지역별로 집계한 결과이다. 경기, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남이 재배면적의 비중이 커 생산량의 대부분을 차지하고 있다.

<표 1-2> 2000-2009년 시도별 10a당 쌀 예상량과 실수확량

구분	2000		2001		2002		2003		2004	
	예상량	수확량								
전국	499	497	502	516	477	471	445	441	489	504
서울	467	478	451	459	452	464	448	451	466	476
부산	466	460	461	473	432	426	370	366	457	477
대구	451	451	459	487	441	435	385	362	448	475
인천	471	482	449	472	479	518	476	484	496	508
광주	464	446	501	500	456	439	427	423	457	479
대전	490	474	501	508	479	471	433	430	482	504
울산	469	467	476	494	466	461	385	372	458	479
경기	482	479	485	496	486	481	445	449	479	490
강원	476	472	488	492	434	439	431	429	459	468
충북	520	523	524	531	498	495	451	443	492	500
충남	549	552	547	553	514	513	480	479	522	538
전북	528	520	525	544	498	488	465	453	513	532
전남	498	494	495	502	453	440	439	442	474	487
경북	483	481	490	513	481	474	427	412	485	500
경남	461	456	474	501	440	432	409	402	470	490
제주	425	427	453	469	390	389	388	388	426	444



〈표 1-2〉 2000-2009년 시도별 10a당 쌀 예상량과 실수확량(계속)

구분	2005		2006		2007		2008		2009	
	예상량	수확량								
전국	489	487	489	491	476	466	495	520	508	534
서울	467	455	465	468	449	439	481	510	465	479
부산	453	468	453	467	461	472	461	517	483	488
대구	451	466	456	468	454	445	470	525	497	551
인천	470	471	480	460	474	456	487	511	466	469
광주	452	438	474	470	463	448	473	482	472	486
대전	506	499	490	495	470	465	493	485	482	515
울산	454	440	465	459	440	435	462	506	465	481
경기	481	483	479	480	472	464	481	510	489	507
강원	451	460	448	451	443	448	482	487	507	518
충북	484	481	482	485	464	460	498	516	523	526
충남	517	513	526	529	505	501	531	552	545	568
전북	514	505	509	519	497	483	511	539	529	576
전남	482	475	467	467	450	428	466	484	478	492
경북	487	495	492	492	479	475	502	532	512	555
경남	466	465	475	478	470	460	485	523	496	521
제주	425	418	439	430	394	382	459	465	447	472

〈표 1-3〉 2008년과 2009년도의 쌀 생산량

	2008년도			2009년도		
	재배면적 (ha)	10a당 수량 (kg)	생산량 (ton)	재배면적 (ha)	10a당 수량 (kg)	생산량 (ton)
전국	927,995	520	4,825,574	917,990	534	4,898,725
서울	502	510	2,560	286	479	1,371
부산	4,112	517	21,259	4,112	488	20,084
대구	3,976	525	20,874	3,477	551	19,146
인천	13,778	511	70,406	13,256	469	62,221
광주	6,442	482	31,050	6,528	486	31,758
대전	1,916	485	9,293	1,837	515	9,467
울산	6,667	506	33,735	6,480	481	31,152
경기	99,939	510	509,689	98,934	507	501,849
강원	40,806	487	198,725	40,420	518	209,299
충북	48,802	516	251,818	48,257	526	253,910
충남	162,244	552	895,587	160,952	568	914,388
전북	141,161	539	760,858	138,445	576	797,338
전남	183,630	484	888,769	183,359	492	902,089
경북	123,678	532	657,967	122,441	555	679,872
경남	90,310	523	472,321	89,181	521	464,661
제주	32	465	149	25	472	118

자료 : 통계청, 내부자료, 2009



### 3. 벼 수량 결정요인<sup>14)</sup>

#### 가. 수량 및 수량구성요소

##### 1) 벼 수량의 성립

재배식물이 광합성을 하여 단위면적에서 생산하는 유기물 중에 종자, 덩이뿌리, 덩이줄기 등 인간이 이용할 수 있는 부위의 무게를 “수량(yield)”이라고 한다. 벼의 수량을 우리나라와 일본은 현미(brown rice) 또는 백미(polished rice)로 표시하는데, 그 밖의 나라는 알벼(정조, rough rice)로 나타낸다. 현미를 알벼로 환산할 때는 환산계수 1.25를 곱해 준다. 알벼를 조곡(租穀), 쌀을 정곡(精穀)이라고도 부른다. 벼의 수량은 전체건물중과 수확지수의 곱으로 이루어진다.

- 벼 수량 = 전체건물중 × 수확지수
- 수확지수 = 벼 수량 / 전체건물중

수확지수(harvest index, HI)는 수확할 때 식물체의 지상부 전체건물중에 대한 벼 수량의 비율을 말한다. 전체건물중은 개체군의 광합성에 의해 결정되며, 벼 수량은 광합성산물이 축적된 결과이다. 전체건물중을 생물적 수량이라고 한다면 벼 수량은 경제적 수량이라고 할 수 있다. 벼 수량이 높으려면 전체건물중과 수확지수가 높아야 한다. 벼의 전체건물중은 품종·재배기술·재배환경에 따라 10~20t/ha 수준이다. 수확지수는 재배벼가 야생벼보다 크며 최근 육성품종이 재래종보다 크다. 키가 작은 육성품종의 수확지수는 0.5 수준이고, 키가 큰 재래종의 수확지수는 0.3 정도이다. 따라서 벼의 수량은 쓰러지지 않으면 3~10t/ha 범위에 있게 된다.

##### 2) 벼의 수량구성 4요소 : 단위면적당 이삭수, 이삭당 립수, 등숙비율, 낱알무게

벼의 수량(현미)은 단위면적당 이삭수(수수) · 이삭당 립수(1수 영화수) · 등숙비율 · 낱알무게(현미 1립중)의 곱으로 이루어지며, 이를 수량구성 4요소라고 한다.

- 수량(현미) = 단위면적당 이삭수 × 이삭당 립수 × 등숙비율 × 낱알무게

벼의 수량구성 요소 간에는 부(負)의 상관관계가 있어 4요소를 모두 증가시킬 수는 없다. 예컨대 단위면적당 이삭수가 많으면 이삭당 립수가 적고, 이삭당 립수가 증가하면

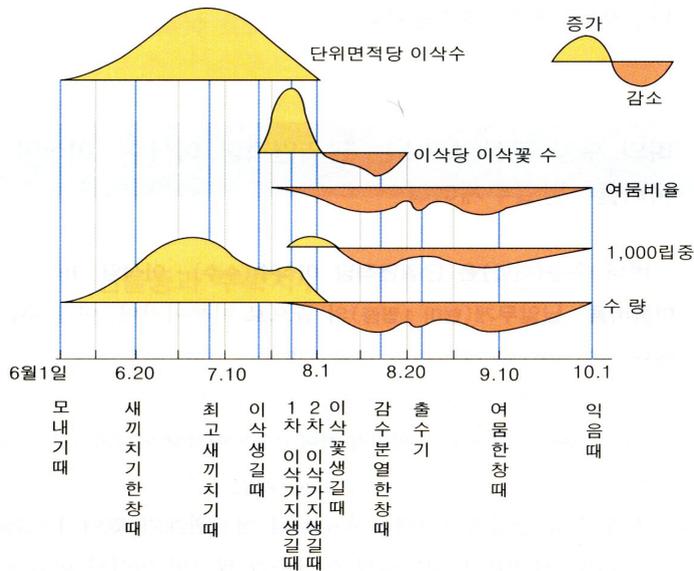
14) 이충근, 국립식량과학원(박순직 · 이종훈(2004)의 식용작물학1을 참조하였음)

등숙비율이 낮다. 그래서 재식밀도를 늘리고 질소비료를 많이 주어 단위면적당 립수(단위면적당 이삭수×이삭당 립수)를 늘리면 등숙비율은 감소하게 된다.

[그림 1-5]는 수량구성 요소의 성립과정과 환경의 영향을 나타낸 것이다. 단위면적당 이삭수는 새끼치기성기(분얼성기)까지 질소와 일조량의 영향을 크게 받는다. 이삭당 립수는 분화된 립수와 퇴화한 립수의 차이에 의해 결정되는데, 이삭꽃 분화는 2차 이삭지경이 생길 때 질소의 영향을 받기 쉬우며, 이삭꽃 퇴화는 일조량과 감수분열기의 저온의 영향이 매우 크다.

등숙비율은 불임이나 벼알의 발육정지 등에 의해 낮아지며, 환경의 영향이 큰 시기는 감수분열기·출수기·등숙성기 등이다. 낱알무게는 껍질(왕겨)의 크기와 현미의 크기에 의해 결정되며, 감수분열기와 등숙성기 환경의 영향을 크게 받는다.

[그림 1-5]의 수량에서 단위면적당 이삭수와 이삭당 립수는 단위면적당 립수를 결정한다. 이것은 수량을 담은 ‘그릇’에 해당하며 영화분화기에 이미 완성된다. 그 이후는 그릇에 ‘내용물’을 가득 채워 수량이 성립하며, 내용물의 충실 정도는 영화의 퇴화·임실 비율·현미무게 등에 의해 정해진다. 그릇의 크기는 물질수용능력(sink)이고 내용물의 충실도는 물질생산능력(source)이라고 할 수 있다. 따라서 벼의 수량을 높이려면 물질수용능력을 최대로 하고 물질생산능력을 극대화하는 것이 필요하다.

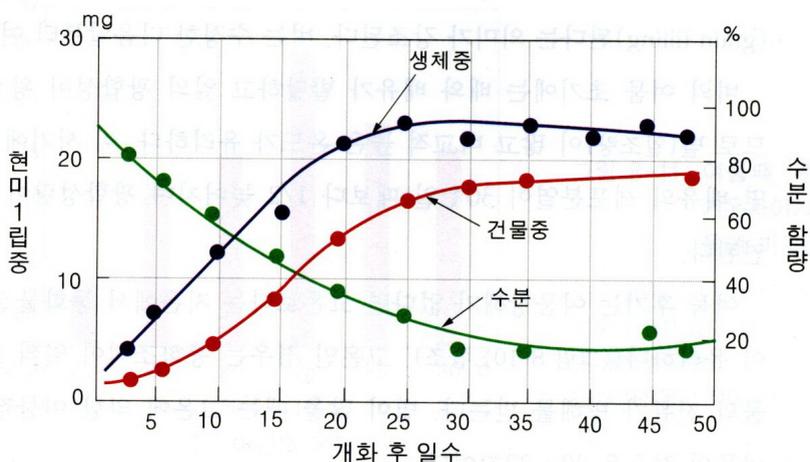


[그림 1-5] 벼의 수량구성 4요소와 수량의 성립과정



벼에서 물질수용에 관련된 형질은 단위면적당 이삭수·이삭당 립수·난알무게·동화물질의 전류능력 등이며, 물질생산에 관련된 형질은 초형, 엽면적, 엽록소 함량, 잎의 두께, 광합성능력, 잎기능의 장기유지, 뿌리활력 등이다.

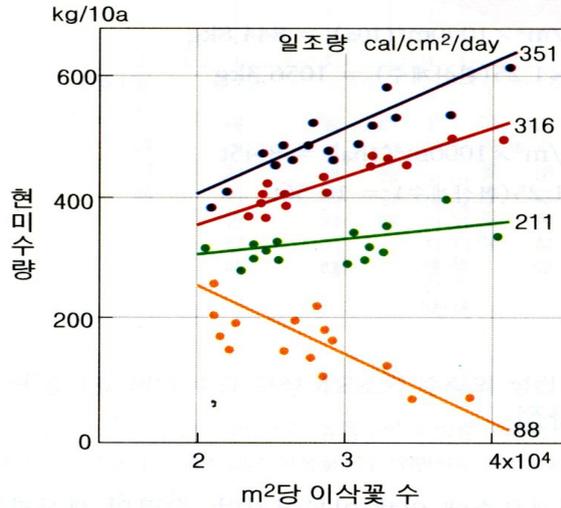
### 3) 벼 수량의 생산과정



[그림 1-6] 등숙기 현미의 입중과 수분함량 변화

현미의 무게(생체중)는 수정 후 직선적으로 증가하여 20일쯤 최고에 달하며, 건물중은 수정 후 10~20일 사이에 급속히 증가하여 35일쯤 최대가 된다([그림 1-6] 참조). 현미의 수분 함량은 수정 후 7~8일쯤을 최고로 하여 계속 감소하며, 35일쯤부터 수확기까지 20%를 유지한다. 콤바인으로 수확한 알벼는 건조하여 수분 함량을 15%까지 감소시킨 후 저장한다.

벼의 수량은 수량구성의 4요소에 의해 이루어지며, 수량의 생산과정을 물질수용능력과 물질생산능력으로 나눌 수 있다. 벼의 물질수용능력은 단위면적당 이삭수×이삭당 립수×왕겨(내·외영)용적에 의해 정해진다. 이 요인들은 모내기하고 나서 출수 전 1주일까지 약 80일 동안에 모두 결정된다. 따라서 밀거름과 이삭거름으로 주는 질소시용량과 이 기간 동안의 일조량이 가장 큰 영향을 미친다. 성숙기 일조량이 많으면 물질수용능력(단위면적당 립수)이 클수록 벼 수량이 높다([그림 1-7] 참조). 반면 일조량이 적으면 물질수용능력이 클수록 등숙비율이 낮아져 수량이 떨어진다.



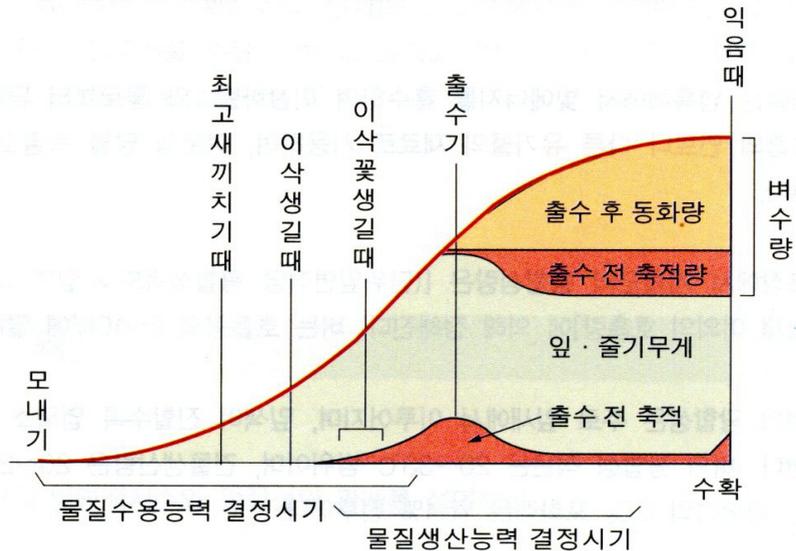
[그림 1-7] 등숙기의 일조량이 다른 조건에서 단위 면적당립수와 현미 수량의 관계

벼의 물질생산능력은 물질생산체제와 물질생산량 및 이삭전류량 등과 관련된다. 물질생산체제는 광합성이 이루어지는 엽면적과 광을 이용할 수 있는 수광태세를 가리키며, 이는 품종선택이 가장 중요하다. 재식밀도를 조절하고 끝잎을 비롯한 상위엽이 신장할 때 잎의 질소 함량이 높지 않도록 하면 수광태세를 개선할 수 있다. 물질수용능력이 결정되고 물질생산체제를 갖추면 광합성에 의한 물질생산도 함께 이루어진다. 벼 수량을 형성하는 저장물질(녹말)은 ‘출수 전 축적량’과 ‘출수 후 동화량’에 의한 것으로 나눌 수 있다([그림 1-8] 참조).

출수 전 축적량은 출수 전에 잎집과 줄기에 저장된 녹말이 이삭팬 후 이삭으로 전류된 것이며, 벼 수량의 약 30%가 출수 전 축적량이다. 출수 후 동화량은 이삭팬 후 광합성에 의해 새로 합성된 것이며, 벼 수량의 약 70%를 차지한다. 다수성벼의 경우는 수량의 80~90%가 출수 후 동화량에 의한 것이다.

출수기가 가까워지면 엽면적지수가 커지고 광합성량도 많아진다. 그러나 아직 이삭이 어리기 때문에 광합성량보다 호흡량이 적어서 잎집과 줄기에 녹말축적이 이루어진다. 이렇게 축적된 탄수화물 중 약 68%가 이삭으로 전류하고, 약 20%는 출수기 후 호흡기질이 되며, 나머지 약 12%는 영양기관에 남아 있다.

출수 전 축적량이 적으면 발육 정지하는 알벼가 늘어나 등숙비율이 낮고 줄기가 약하여 도복이 일어나기 쉽다.



[그림 1-8] 벼의 생육과정과 수량의 생산과정

출수 후는 잎의 노화와 영양부족 또는 광합성능력과 엽면적지수가 낮아지기 쉬우며, 이 시기는 광의 영향이 가장 크다. 등숙기간 동안 잎의 광합성능력과 엽면적지수를 유지하는데는 뿌리의 활력이 중요하다. 뿌리의 활력을 좋게 하려면 지하배수·중간물떼기·물걸러대기 등 물관리를 잘하여 토양에 산소를 공급하고 유해물질을 제거하는 것이 필요하다.

동화산물이 이삭으로 전류하는데 가장 큰 영향을 끼치는 요인은 기온이다. 벼의 식물체 내 물질전류에 있어 최적 평균기온은 21~22℃이다. 17℃ 이하가 되면 탄수화물의 이삭전류가 잘 안되며, 지나친 고온에서는 호흡량이 많아 이삭전류량이 적다. 등숙 때 나타나기 쉬운 지연형 냉해는 저온에 의한 탄수화물의 전류장애가 그 주된 원인이다.

### 제3절 국내외 사례 및 시사점

#### 1. 국내기관의 쌀 예상량 추정<sup>15)</sup>

현재 농촌진흥청 농촌지원국에서는 적정 농작업 시기 및 방법 등 농업인 기술지원 자료로, 국립식량과학원에서는 벼 관련 농정자료 제공 및 재배법 개선을 위한 기초자료

15) 이충근(국립식량과학원)

로 활용하고자 주기적으로 벼 생육상황을 조사하고 있으며 이 과정에서 공식자료가 아닌 참고자료로 활용하기 위해 쌀 예상량을 추정하고 있다.

### 가. 농촌지원국

농촌지원국에서는 시도별로 벼 식부면적을 기준으로 개소수를 선정하여 총 690필지에서 6월 1일부터 9월 1일까지 매월 1일과 16일 2회씩 총 8회 벼 생육상황을 조사하고 있다. 조사 필지는 일반 농가의 논으로서 재배방법은 그 지역의 일반 재배법에 준한다.

농촌지원국 쌀 예상량 추정은 다음과 같다. 수량은  $1\text{m}^2$ 당 낱알수×완전낱알비율×백미천립중에 의하여 구할 수 있는데,  $1\text{m}^2$ 당 낱알수는 당해년도 9월 1일 조사자료를 이용하고, 완전낱알비율과 백미천립중은 과거 5년간 자료를 이용한다. 완전낱알비율과 백미천립중은 시나리오에 따라서 기상이 가장 유사한 연도의 자료와 5년 평년값을 이용할 수 있는데, 실제 2009년도 쌀 예상량 추정은 다음과 같다.

- 기상이 유사한 연도('08)의 완전낱알비율, 백미천립중 적용 : 508kg
  - $31,823\text{개}/\text{m}^2 \times 92.2\% \times 17.3\text{g}/1,000\text{개} \times 1,000\text{m}^2 = 508\text{kg}$
- 5년 평년의 완전낱알비율, 천립중 적용 : 492kg
  - $31,823\text{개}/\text{m}^2 \times 91.0\% \times 17.0\text{g}/1,000\text{개} \times 1,000\text{m}^2 = 492\text{kg}$

### 나. 국립식량과학원

국립식량과학원에서는 평야지 8개 지역, 중간산지 4개 지역, 해안지 3개 지역, 산간 고랭지 2개 지역 등 전국 17개 지역에서 조, 중, 만생종 구분 없이 해당 도의 약 80%의 이양 농가에서 재배되는 4~6 품종을 시험지별로 파종기, 파종량, 재식거리, 시비량, 시비방법, 물 관리 등 농촌진흥청 표준재배법에 준해 엄격하게 관리하며, 6월 1일부터 매월 2회씩 총 9회 벼 생육을 조사한다. 국립식량과학원에서 쌀 예상량을 추정하는 방법은 다음과 같다.

#### 1) 출수 후 20일 이삭무게를 이용한 쌀 수량 예측

먼저 2008년까지는 10a당 출수 후 20일 이삭무게에 의해 쌀 수량을 예측하였다. 9월 15일 조사항목 중 10a당 출수 후 20일 이삭무게는 그 자체가 수량과 같은 의미이므로 9월 15일 이전에 조사 가능한 항목 중에서 수량을 가장 잘 표현하는 항목이다. 그러나 이삭무게는 적어도 출수 후 35일쯤 결정되므로 출수후 20일 이삭무게는 수량을 완벽하게 대변하지 못하는 한계가 있다. 또한 이삭무게를 건물중이 아닌 생체중으로 구하였는데, 생체중은 조사가 신속하게 이루어지고 간단하다는 장점이 있으나 측정할 때의 조건 즉,



기상조건과 측정시기 등 여러 상황에 따라 많은 변이가 발생하는 단점이 있다. 또한 3주씩 3번 반복해서 채취한 샘플을 통해 이삭무게를 측정하였는데, 이것은 표본으로써 10a 면적의 이삭무게를 대표하는데 무리가 있는 것으로 판단된다.

과거 10년간의 출수 후 20일 이삭무게와 쌀수량과의 관계는 일정한 회귀관계가 존재하며 이 관계식을 이용하여 작황수량을 예측할 수 있다. 여기에서 작황수량은 국립식량과학원 작황조사지역의 수량을 의미하며, 이것은 앞서 언급하였듯이 시험기관에서 표준 재배법에 준해 엄격하게 관리되기 때문에 실제 농가보다는 약간 높은 수량성을 보인다. 작황수량과 농가수량은 1차 또는 2차식의 관계를 갖는데 1차식은 농가수량을 과대 추정하고, 2차식은 농가수량을 과소 추정할 가능성이 있다. 따라서 1차식과 2차식에 의해 추정된 수량을 농가수량의 예측 범위로 사용하였다.

출수 후 20일 이삭무게에 의한 농가수량 예측은 2007년까지는 비교적 정확하였다. 그러나 2008년부터는 실제 농가수량과 매우 큰 차이를 보였는데, 이것을 앞서 언급하였던 조사방법 및 표본의 문제와 더불어 최근 지역별 주요 재배품종이 많이 바뀌었음에도 불구하고 10여 년간의 이삭무게와 수량과의 관계식을 이용하므로 최근 품종의 특성을 제대로 반영하지 못한 것도 한 원인으로 판단되었다. 그렇다고 해서 최근 몇 년간의 자료만을 이용할 경우에는 조사방법 및 표본문제로 이삭무게와 수량이 통계적으로 유의한 관계를 보이지 않았다. 따라서 2009년부터는 다른 방법에 의한 쌀 수량 추정방법을 시도하였다.

## 2) 계산수량을 이용한 쌀 수량 예측

앞서 2절 3항의 쌀 수량 결정요인에서 언급하였던 것처럼 쌀 수량은 수량구성 요소인 단위면적당 영화수×등숙율×천립중에 의하여 결정된다. 이렇게 실제 일정 면적을 수확해서 측정하는 것이 아니라 별도로 조사된 수량구성 요소를 이용하여 계산된 수량을 계산수량이라고 명명한다.

여기에서 계산수량은 생태형별로 임실립수<sup>16)</sup>, 등숙율<sup>17)</sup>, 현미천립중<sup>18)</sup>, 현백률<sup>19)</sup>을 곱하여 추정하였다. 임실립수는 비립을 제거한 립수로서 완전난알수라고도 한다. 임실립수는 9월 15일에 조사된 자료를 이용하였고, 현백율을 0.91, 등숙율은 등숙기 기상을 이용하여 회귀식으로 추정하였으며, 천립중은 등숙기 조건에 따라 과거 자료를 적용하였다. 여기에서 계산에 이용된 수량구성 요소가 별도로 소규모로 수확된 샘플을 이용하여 조사되기 때문에 일반적으로 수량을 과대 추정하게 된다. 따라서 과거('03~'08)의 계산수량과

16) '09년 실측 임실립수를 이용. 조생종은 33,362, 중생종은 27,625, 중만생종은 31,930

17) 6개년('03~'08) 등숙기 기상을 이용하여 회귀식으로 추정. 평균온도 및 일조시수는 출수 후 9월 15일까지의 평균 또는 합, 조생종일 때 82.9%, 중생종일 때 88.6%, 중만생종일 때 90.4%

18) 등숙기 조건별 현미천립중 적용. 등숙조건이 불량할 때는 '03년, 양호할때는 '08년, 보통일때는 '03년~'08년 평균을 이용. 조생종은 21.9-22.7-23.6, 중생종은 22.3-22.7-23.1, 중만생종은 22.1-22.5-22.9

19) 91%

작황수량과의 회귀식<sup>20)</sup>을 이용하여 작황수량을 추정한다. 끝으로 구하고자 하는 농가수량은 앞서 출수 후 20일 이삭무게를 이용한 추정방법과 같이 과거('03~'08) 작황수량과 농가수량과의 회귀식<sup>21)</sup>을 이용하여 추정한다.

실제 추정과정은 다음과 같다. 2009년도 중만생종(재배면적 84.4%)의 계산수량은 등숙조건에 따른 과거 천립중 자료를 적용하여 계산하면  $31,930 \times 0.904 \times (\text{불량 } 22.1, \text{ 보통 } 22.5, \text{ 양호 } 22.9) \times 0.91 = 581\sim 601\text{kg}$ 이 되고, 2009년도 작황수량은 회귀식<sup>20)</sup>으로부터 538~549(kg)을 얻는다. 중만생종과 같은 방법으로 조생종(재배면적 10.9%) 및 중생종(재배면적 4.7%)의 작황수량을 구한 후 재배면적에 의해 전국 수량으로 환산하면 작황수량은 534~546kg가 된다.

농가수량은 작황수량과 농가수량과의 회귀식<sup>21)</sup>을 이용하면 498~511kg이 구해진다. 이 결과는 출수 후 20일 이삭무게를 이용한 것보다는 통계청 실수확량과 차이가 작았으나 여전히 무시할 수 없는 격차가 존재하였다. 이것은 국립식량과학원 벼 작황 조사시험은 쌀 수량 예측을 염두에 둔 시험이 아닌 관계로 내재적인 한계를 갖고 있기 때문이다.

벼 작황 조사시험은 조사지역이 17개 지역이고 조사 지점수도 80여 개에 지나지 않아 쌀 수량을 예측하는데 근본적인 한계가 있다. 또한 평야지가 8개 지역으로 비율이 50% 정도에 지나지 않아 실제 우리나라의 논 재배지대 구분을 제대로 반영하고 있지 않으며, 시험품종도 중생종과 조생종이 차지하는 비율이 실제 이들 재배면적 비율인 15%보다 더 많아 쌀 수량을 과소 추정할 소지가 많다.

## 2. 일본의 논벼수확량조사 체계

일본의 논벼수확량조사는 작황조사, 예상량조사, 수확량조사로 구분되어 실시된다 (<표 1-4> 참조). 작황조사는 7.15일, 8.15일, 9.15일에 3번 실시하고, 예상수확량조사는 10.15일에, 수확량조사는 수확기에 실시한다. 7월 조사는 서남온난지역 등 조기 재배지역에서만 실시되고 나머지 조사는 전국이 조사범위이다. 작황조사는 생육상황이나 작황지수를 공표하고 예상수확량조사 때에는 재배면적, 예상수확량, 작황지수 등을, 수확량조사 시에는 재배면적, 수확량, 작황지수 등을 공표한다. 조사항목은 우리의 조사항목보다 많고 자세하다. 10a당 수량의 추정방법은 우리와 거의 동일하다. 조사시기까지의 기상자료, 논벼 실측자료, 피해 상황, 관계기관으로부터 수집된 자료를 기초로 하고 조사기준 시점 이후의 기상조건은 평년과 비슷하다는 가정하에 추정한다. 일본의 예상량조사와 수확량조사에 대해서는 <부록 1>과 <부록 2>를 참조하기 바란다.

20)  $y=0.5626*\text{계산수량}+211.25$

21)  $y=1.0319*\text{작황수량}-52.982$



수확량의 실측조사의 대상으로 삼은 작황표본필은, 각 도도부현(都道府縣)의 논벼의 상황을 파악할 수 있게, 표본이론에 근거해서 [그림 1-9]에서와 같이 각지에서 선정해 (전국에서 약 1만 300필), 조사하고 있다.



①



②



③

자료: 日本 農林水産省 統計部  
[그림 1-9] 작황표본필의 선정

① 도도부현(都道府縣)별 경지를, 약 2ha의 구획으로 단락 지은 단위구의 모임(조사 모집단)으로서 정리하고, 그 중에 논벼를 포함하는 단위구에서 무작위 추출법(사람의 자의를 배제한 추첨과 같이 선택하는 방법)으로 「표본단위구」를 선택하고 있다.

② 표본단위구 안에서 무작위로 1장의 논벼 이삭장을 뽑고, 「작황표본필」이라고 하고 있다.

③ 각 작황표본필의 대각선상의 3군데를 실측조사 개소로서, 샘플 채취를 행한다.

<표 1-4> 일본의 쌀생산량조사

구 분	작황조사(3회)	예상량조사	수확량조사
조사시기	7.15, 8.15, 9.15	- 10.15. 기준 (2009년에는 10.30. 공표)	- 수확기 (2009년에는 12.8. 공표)
조사표본수		- 전국 약 1만 285필	- 좌동
조사내용	- 파종상황, 이앙상황, 벼의 길이, 개화상황, 이삭수, 낱알수, 등숙상황, 생육상황, 품종의 변화, 피해상황, 시비상황, 방제상황 등	- 이삭수의 다소, 벼수의 다소, 생육상황, 등숙상황, 피해상황, 경종상황 등	- 등숙상황, 10a당 수량, 피해상황, 피해종류별 피해면적, 피해량, 경종조건 등

구 분	작황조사(3회)	예상량조사	수확량조사
10a당 수량		- 1m <sup>2</sup> 당 포기수 × 포기당 유효이삭수 × 이삭당 완전날알수 × 천립중(예측) ÷ 1,000 *) 후기 기상상황이 평년과 비슷하다고 가정하여 전산추계	- 작황표본구획별로 일정면적의 벼를 베어내고, 탈곡, 건조, 도정을 거친 후, 농산물규격 규정 3등 이상의 품질을 가지고 낱알의 두께가 1.70mm 이상이 되도록 선별하여 무게를 계측

자료: 日本 農林水産省 統計部

한편 <표 1-5>에서와 같이 일본의 논벼수확량조사에 있어서의 수량예측은, 각 지역의 논벼의 생육 단계에 따르고, 7월15일 현재의 생육정보조사 시(조기재배만), 8월15일 현재(조기재배 및 수확이 빠른 지방 지대만) 및 9월15일 현재의 작황개황조사 시, 10월 15일 현재의 예상수확량조사 시의 각 조사 시기에 행하고 있다. 9월 15일 작황조사 시 1m<sup>2</sup>당 벳수는 실측하나 천립중은 추정(일부에서는 벼를 베어 조사)하는 반면 10월 15일 예상량조사는 수확이 빠른 지대에서는 모두 계측하고 수확이 늦은 지대 중 일부지역에서는 천립중을 추정하고 나머지 일부지역에서는 실측하고 있다.

<표 1-5> 일본의 각 수량예측 시기별 실측항목과 추정항목의 관계

조사 시기	지대 구분	조사 항목
7월15일 현재 생육정보조사	조기재배	실측항목: 1m <sup>2</sup> 당 벳수
		추정항목: 1,000벼당 수량(조현미알맹이수비율, 현미알맹이수비율, 현미 천립중)
	조장지대	수량의 추정은 행하지 않음
	서장지대	수량의 추정은 행하지 않음
8월15일 현재 작황조사	조기재배	실측항목: 1m <sup>2</sup> 당 벳수, 일부 베어내기조사
		추정항목: 일부 1,000벼당 수량(조현미알맹이수비율, 현미알맹이수비율, 현미 천립중)



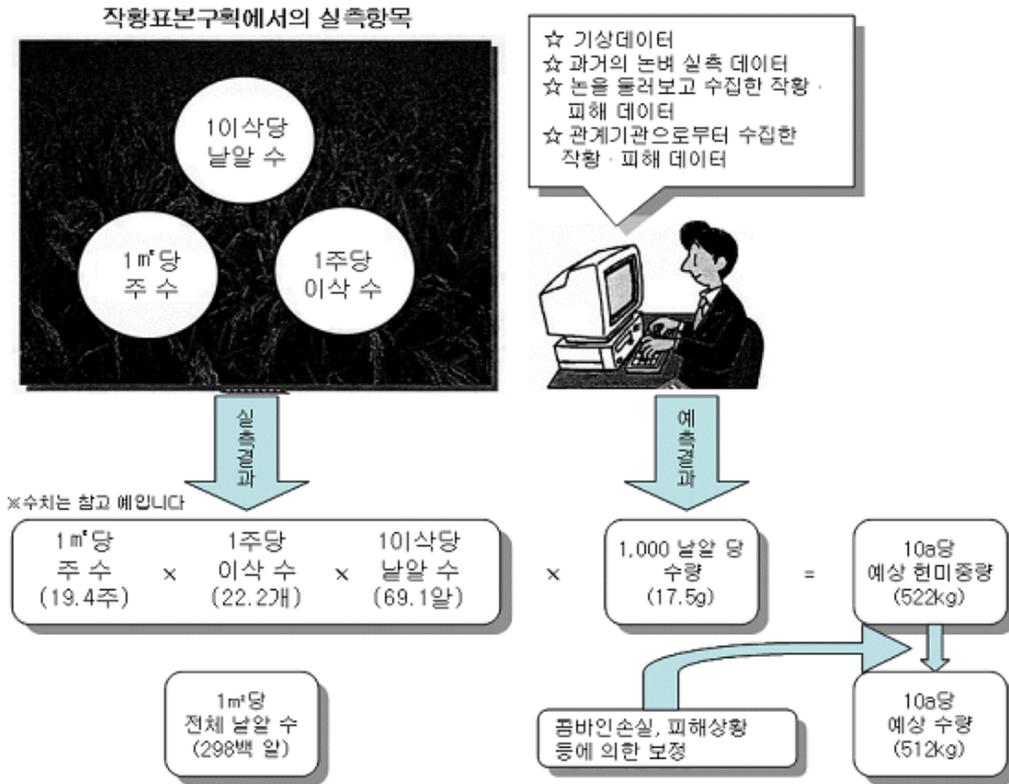
조사 시기	지대 구분	조사 항목
	조장지대	실측항목: 1㎡당 벳수 추정항목: 1,000벼당 수량(조현미알맹이수비율, 현미알맹이수비율, 현미 천립중)
	서장지대	수량의 추정은 행하지 않음
9월15일 현재 작황조사	조장지대	실측항목: 1㎡당 벳수, 일부 베어내기조사 추정항목: 일부 1,000벼당 수량(조현미알맹이수비율, 현미알맹이수비율, 현미 천립중)
	서장지대	실측항목: 1㎡당 벳수 추정항목: 1,000벼당 수량
10월15일 현재 예상량조사	조장지대	실측항목: 베어내기조사 수량
	서장지대	실측항목: 1㎡당 벳수, 일부 베어내기조사 추정항목: 일부 1,000벼당 수량(조현미알맹이수비율, 현미알맹이수비율, 현미 천립중)

자료: 日本 農林水産省, 農林水産統計

일본의 예상수량 추정방법은 [그림 1-10]에서와 같이 우리와 거의 같은 방식으로 이루어지고 있으나 특이하게 작황지수를 발표하고 있다. 작황지수는 다음과 같이 10a당 평년수량을 매년 계산하여 올해 예상수량과 대비하여 구한다.

$$\text{작황지수} = \frac{10a\text{당(예상)수량}}{10a\text{당 평년수량}}$$

여기서 10a당 평년수량이란 「작물의 재배를 시작하기 이전에 그 해의 기상의 전환이나 피해의 발생상황을 평년 수준으로 간주하고 최근의 재배기술의 진보의 정도나 작부변동을 고려하고 실수량의 추세를 기초로 해서 작성한 그 해의 예상되는 10a당의 수량」 이라고 정의되며 관계자 등의 의견을 청취하여 결정된 수량을 말한다.

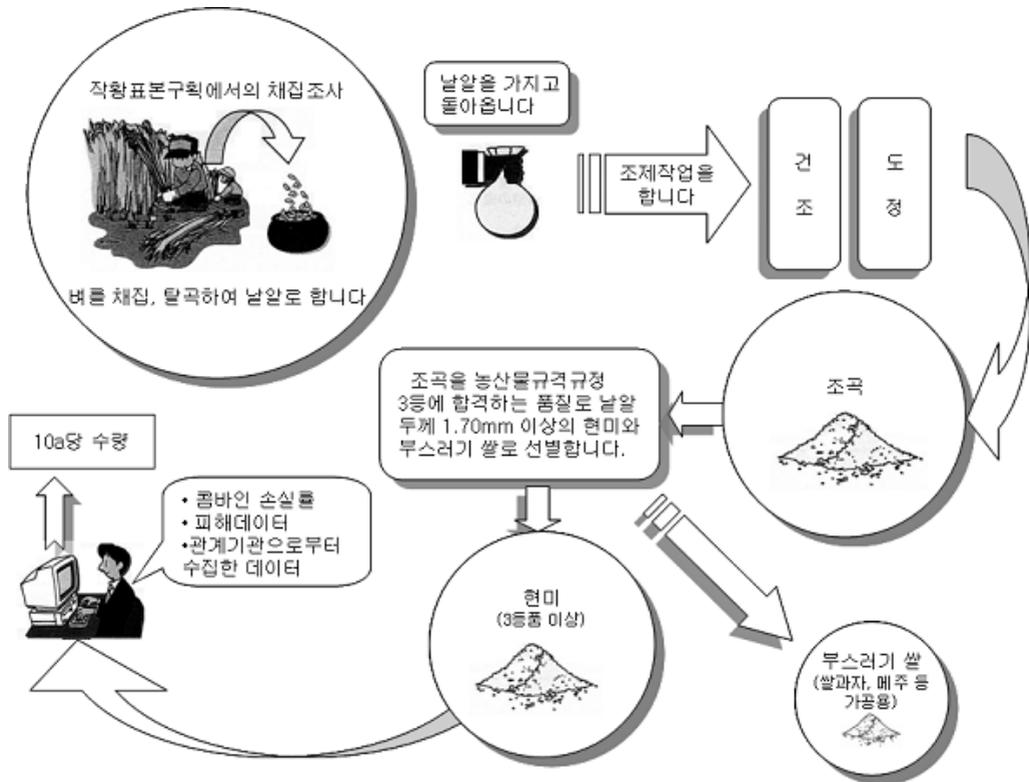


자료: 日本 農林水産省 統計部, “논벼수확량조사체계”(통계청 번역자료)

[그림 1-10] 일본의 예상수량 추정방법

수확량조사는 식용으로 제공할 수 있는 미(쌀)의 전량을 파악하는 것을 목적으로 하고, 작황표본필마다 일정 면적의 벼를 베어내어 농산물규격규정 3등의 품위(整粒비율 45%) 이상에 상당하도록 체 폭 1.70mm 이상으로 선별을 행하여 그 무게를 계측한다([그림 1-11] 참조).

2009년도의 단위면적당 수확량을 확인한 결과 522kg(작황지수는 98)으로 나타났다. 2009년도 오키나와의 예상수량은 317kg(작황지수는 103)이었으나 수확량은 306kg(작황지수는 99)으로 나타났다. 2003년에는 예상량 대 실수량이 102.8%, 2004년에는 102.7%의 차이를 보이다가 최근 3년간 그 격차가 0.2%p로 좁혀졌다. 그런데 <표 1-6>의 일본 논벼의 10a당 수량과 평년수량의 연도별 추이를 보면 작황지수가 74에서 109까지 분포가 되어 있어 기상의 변화에 따라 한 해에 기대되는 수량은 실제수량과 차이를 보이고 있다.



자료: 日本 農林水産省 統計部, “논벼수확량조사체계”(통계청 번역자료)

[그림 1-11] 일본의 수확기의 조사방법

한편, 일본에서는 예상량조사 결과 공표 시 “본조사(10월 15일 현재)는 수확을 마친 지역에서는 벼를 베어내 실측을 행하지만, 일부 수확을 끝내지 않은 지역에서는 벼수, 등숙상황 등을 실측하고 그 후의 등숙에 대해서는 평년 수준의 기상을 가정하고 추정하는 방법에 의해 행한다. 따라서 금후의 기상조건에 의해 작황은 변동한다는 점이 있다.”라고 이용상 주의를 명시하고 있다. 또한 “작황표본구획의 실측결과로부터 구하는 10a당 수량이나 작황지수는 현 내의 평균치를 나타내고 있기 때문에, 개별지역이나 개개의 농가의 관점에서는 높거나 낮게 느껴질 수 있다.”라고 작황지수와 농가의 작황과의 관계를 명시하고 있다.

또한 일본은 논벼 평년수량 등에 관한 연구회를 통해 수량 예측 개선활동을 활발히 하고 있다. 연구회 보고(2001)의 내용 중 1,000여당 수량의 추정방법의 개선과 관련된 사항을 정리하면 다음과 같다.

〈표 1-6〉 일본 논벼의 10a당 수량과 평년수량의 연도별 추이(전국)

水稲（子実用）の年次別推移（全国）

年産	作付面積	10a 当たり 収	収 穫 量	作 況 数	10 a 当 たり 平 年 収 量
	ha	kg	t		kg
昭. 54	2 468 000	482	11 898 000	103	466
55	2 350 000	412	9 692 000	87	471
56	2 251 000	453	10 204 000	96	474
57	2 230 000	458	10 212 000	96	477
58	2 246 000	459	10 308 000	96	478
59	2 290 000	517	11 832 000	108	479
60	2 318 000	501	11 613 000	104	481
61	2 280 000	508	11 592 000	105	484
62	2 123 000	498	10 571 000	102	487
63	2 087 000	474	9 888 000	97	490
平. 元	2 076 000	496	10 297 000	101	492
2	2 055 000	509	10 463 000	103	494
3	2 033 000	470	9 565 000	95	497
4	2 092 000	504	10 546 000	101	498
5	2 127 000	367	7 811 000	74	499
6	2 200 000	544	11 961 000	109	499
7	2 106 000	509	10 724 000	102	501
8	1 967 000	525	10 328 000	105	502
9	1 944 000	515	10 004 000	102	504
10	1 793 000	499	8 939 000	98	507
11	1 780 000	515	9 159 000	101	512
12	1 763 000	537	9 472 000	104	518
13	1 700 000	532	9 048 000	103	518
14	1 683 000	527	8 876 000	101	522
15	1 660 000	469	7 779 000	90	524
16	1 697 000	514	8 721 000	98	525
17	1 702 000	532	9 062 000	101	527
18	1 684 000	507	8 546 000	96	529
19	1 669 000	522	8 705 000	99	529
20	1 624 000	543	8 815 000	102	530

資料：農林水産省統計部『作物統計』

- ① 예측식에 사용하는 설명변수의 개선
  - 작황조사의 실측데이터: 1m<sup>2</sup>당 벳수, 10a당 평년수량
  - 기상데이터: 추정일수량, 저온적산값, 하루 최대풍속의 제곱값, 기온일교차
- ② 현 내 지대구분별의 모든 데이터 샘플을 활용한 예측
- ③ 계속해서 검토를 필요로 하는 사항
  - 출수 전 약 2주일의 CGR(1일당 건물중 증가량)로의 수량예측
  - 1,000벼당 건물중 증가 상황으로부터의 수량예측
  - 최신의 연구성과에 근거하는 수량예측: 발육예측모델, 리모트 센싱 기술 등
- ④ 여유를 갖는 수량 예측
  - 기상 예보의 정밀도에 문제가 있어 기상예보에 근거하는 수량예측의 정밀도는 좋지 않았음
  - 여유를 갖게 하는 수량 예측은 새로운 검토가 필요



### 3. 요약 및 시사점

일본은 예상량조사, 수확량조사 이외에 세 번의 작황조사로 모니터링되고 있으며 조사의 횟수가 많고 조사하는 항목이 많다. 각 조사마다 조사항목이 다양하고 세세하며 실측요소가 정밀하게 이루어지고 있다. 한편 예상량조사는 10월 15일로 우리보다 1달 늦게 실시되고 있어 실측기반으로 추정되고 있으며 기상정보가 소지역에서도 관측되고 있는 점이 특이하다.

또한 평년수량연구회와 같은 연구회를 통해 그 해의 예상되는 수량(평년수량)을 일찌감치 예측하고 이 수량과 수확량 결과를 상대 비교한 작황지수를 발표하고 있다. 그리고 검토위원회 등 주기적이고 지속적인 위원회가 운영되고 있으며 최종 공표 시까지 여러 번의 검토를 거치고 있다. 예상수확량의 추정방법은 우리와 거의 같은 방식이나 기상데이터, 실측데이터, 피해데이터, 관계기관의 수집정보를 가지고 천립중을 전산추계하고 있다.

이렇게 철저한 조사와 소지역 기상자료의 이용으로 상당히 정확한 예측을 하고 있다. 그러나 일본의 경우도 관계기관의 자료나 피해상황 등으로 보정하고 있다는 표현에서 일정 부분은 모형화할 수 없는 부분이 존재한다는 것을 보여준다. 더욱이 금후의 기상조건에 의해 작황이 변동한다는 점 등을 명시하여 이용상의 주의사항을 명확하게 하고 있다.

## 제4절 천립중의 통계적 예측을 통한 쌀 예상량 추정

### 1. 분석 자료에 대한 설명

지역별 특성을 고려한 천립중 추정을 위해 지역별 중회귀모형을 설정하였다. 분석자료로 품종변화나 재배기술의 변화를 제어하기 위해 최근 10년간(2000-2009) 각 16개 시도별 자료를 이용하였다. 목적변수는 실수확량으로부터 역산하여 계산된 천립중이다. 다시 말해 천립중은 실제측정이 가장 정확하나 편의상 수확기 때의 완전난알수와 단위면적당 수량을 측정한 후 천립중을 역산하여 구한 실사 후 천립중<sup>22)</sup>이다.

설명변수로는 실측된 총난알수, 피해율 및 기상(기온, 일교차, 일조시간, 일사량, 일강수량, 평균풍속, 최대풍속 등)이다. 피해율 자료는 각 시도별 평균 피해율 자료이다.

22) 2009년부터는 실수확 때 완전난알수를 실측하지 않아 천립중은 과거보다 부정확한 실사 후 천립중이 된다. 즉 2008년 이전에는 천립중은 실측된 수확량을 수확기에 실측된 완전난알수로 나누어 구한 형태이지만 2009년에는 수확량을 예상량조사 시 주관적으로 추정된 완전난알수로 나누어 구하게 된다.

2005년 표본이 개편됨으로(서울대학교, 2005) 2005년까지는 시도별 포기수, 이삭수, 낱알수 등 관측항목의 단순평균이 해당 시도의 평균값이 되나 2006년부터는 편의를 조정하기 위해 층별 가중평균을 하여 시도별 단순평균이 농업시스템의 시도별 평균값과 일치하지 않았다. 따라서 농업시스템의 2000년-2009년까지의 시도별 평균자료를 이용하여 분석하였다. 여기서는 예시로 2000년 자료만을 제시하였다(<표 1-7> 참조).

<표 1-7> 2000년도의 포구수, 완전낱알수 및 천립중

시도	포구수	1m <sup>2</sup> 당 포기수	유효이삭수 (실수확)	완전낱알수 (실수확)	1m <sup>2</sup> 당 완전낱알수	백미	천립당 백미중
전국	9,000	22.9	19.5	66.1	29,455	497	16.9
서울	60	22.8	20.3	70.1	32,414	478	14.7
부산	100	20.9	20.8	64.4	28,034	460	16.4
대구	100	21.4	19.4	65.2	27,151	451	16.6
인천	160	22.6	20.7	61.9	28,953	482	16.6
광주	100	22.9	19.4	62.4	27,751	446	16.1
대전	80	22	18.2	74.5	29,931	474	15.8
울산	100	22.5	18.7	62.1	26,077	467	17.9
경기	1,040	22.5	19.9	63.6	28,470	479	16.8
강원	800	23.3	19.3	59.4	26,778	472	17.6
충북	720	22.3	20.9	70.1	32,638	523	16
충남	1,100	22.3	19.4	74.5	32,150	552	17.2
전북	1,100	24	19	67	30,507	520	17
전남	1,200	23.4	19.5	64.4	29,320	494	16.8
경북	1,200	22.9	19.1	68.3	29,829	481	16.1
경남	1,100	22.7	19.2	61.7	26,907	456	16.9
제주	40	21.5	18.3	62.4	24,505	427	17.4

한편 지역별 대표 품종으로부터 지역별 대표 출수기<sup>23)</sup>를 결정하고 이로부터 기상적 용기구를 설정하였다. 특히 낱알의 무게는 출수기 이후 약 1달이 큰 영향을 주는 것으로

23) 극조생종은 7월 하순에서 8월 상순, 조생종은 8월 상순, 중생종은 8월 중순, 중만생종은 8월 하순이 출수기이다. 출수 후 수확적기는 극조생종은 40일, 조생종은 40-45일, 중생종은 45-50일, 중만생종은 50-55일 (자료 : 농촌진흥청 홈페이지)



알려져 있어 9월 15일 이전의 기상자료를 이용하였다(물론 9월 15일 이후의 기상이 수확량에 영향을 주지 않는다는 의미는 아니다). 전체 수확량은 난알의 무게뿐 아니라 난알의 수 손실에 의해서도 좌우되는데 이 요소들은 여전히 후기 기상에 영향을 받는다.

강원도는 오대벼가 대표품종으로 8월 1일이 평균 출수기로 8월 1일부터 9월 14일까지의 기상자료를 이용하였고, 나머지 지역은 대부분 8월 중순이 출수기이므로 강원도를 제외한 나머지 지역은 8월 15일부터 9월 14일까지의 기상요소를 이용하였다. 기상자료는 대관령, 추풍령 및 도서지역 기상대를 제외한 해당 시도지역 기상대의 기상평균값이다. <부록 3>에 본 연구에서 이용한 기상 관측지점을 나타내었으며, <표 1-8>에 2009년의 천립중, 실측자료 및 기상자료를 예시로 제시하였다.

<표 1-8> 2009년도 실측자료 및 기상자료

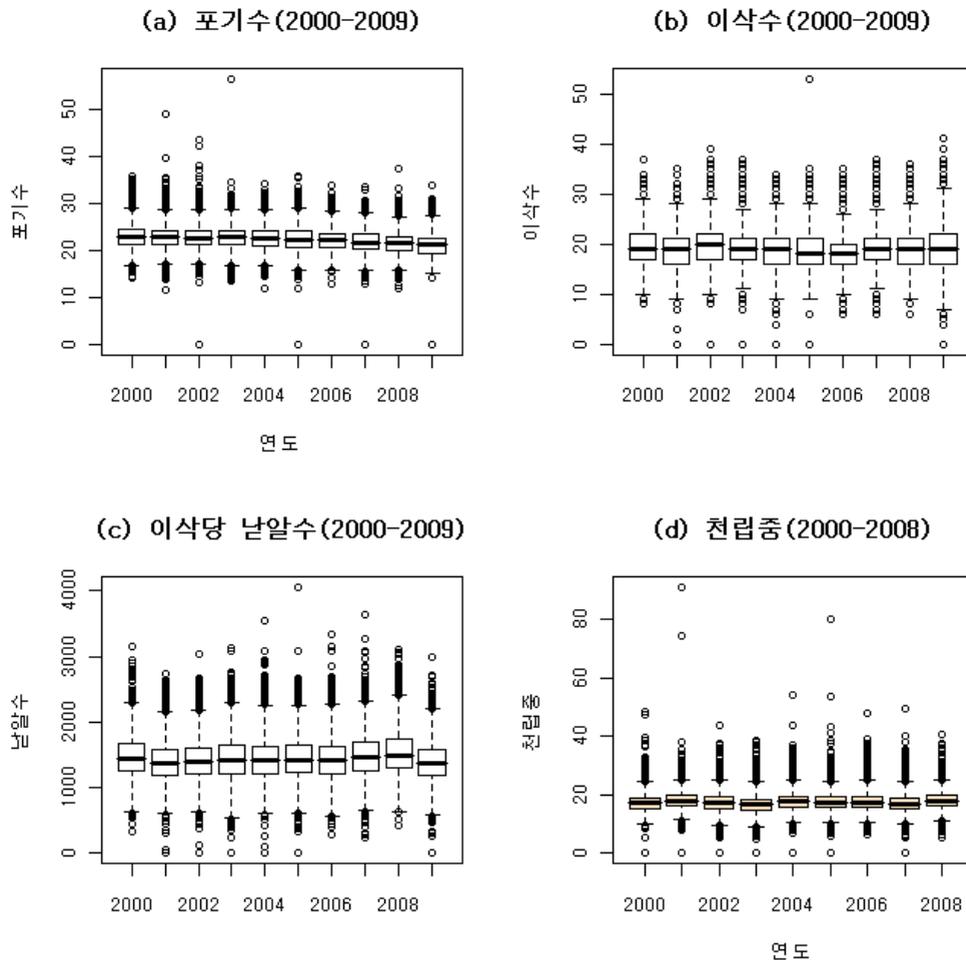
	천립중	총난알수	피해율	기온	일교차	일조시간	강우량
서울	14.31	33,464	0.000000	24.10968	7.854839	5.941935	8.1083333
부산	15.75	30,984	2.8125000	24.45806	5.922581	5.529032	0.9333333
대구	18.04	30,546	0.8823529	24.99355	9.493548	6.119355	1.7500000
인천	16.07	29,191	4.2000000	22.99032	8.185484	6.587097	10.417647
광주	16.60	29,271	1.6071429	24.77742	9.019355	6.409677	10.653846
대전	17.05	30,212	2.7500000	23.70645	9.235484	7.006452	9.1142857
울산	16.85	28,550	2.5000000	23.59355	8.061290	6.058065	0.9000000
경기	17.05	29,742	2.8443878	22.79935	10.55677	6.189677	9.3209302
강원	18.86	27,463	2.0934959	22.31156	9.529556	5.430222	15.714013
충북	16.24	32,383	0.8045977	22.52016	10.91613	6.441935	9.8774194
충남	17.04	33,328	0.9948980	23.01039	10.28387	6.719355	10.354054
전북	18.95	30,398	1.9382022	23.22765	10.56129	6.878341	5.6220588
전남	17.30	28,442	3.0342742	23.72473	9.052688	6.398925	3.6711538
경북	18.04	30,772	1.1588542	22.55249	10.57918	6.504985	3.1330275
경남	17.18	30,323	0.9662577	23.83047	10.02760	6.116846	2.3000000
제주	16.05	29,409	0.0000000	25.19677	5.709677	7.305376	19.800000

주: 강원의 기상자료는 8.1-9.14일까지의 평균, 나머지 지역은 8.15-9.14일까지의 평균

## 2. 실측자료와 기상자료에 대한 탐색적 자료 분석

이 절에서는 과거 쌀생산량조사의 표본필지 자료를 분석하고 그 결과로부터 자료의 특성을 탐색한다.

### 가. 항목별 상자그림



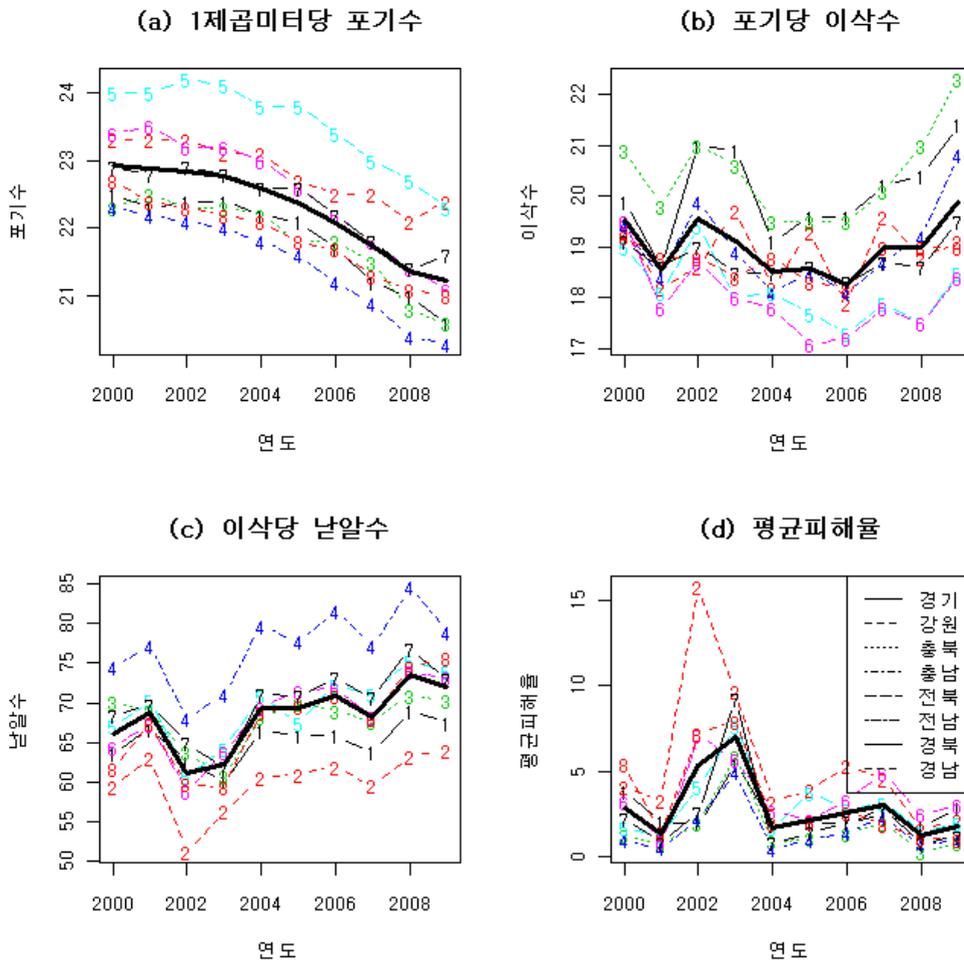
[그림 1-12] 연도별 실측항목의 상자그림

먼저 2000년에서 2009년까지 포기수, 이삭수, 이삭당 낱알수<sup>24)</sup>, 그리고 10a당 생산량을 완전낱알수로 나누어 계산한 천립중의 상자그림을 [그림 1-12]와 같이 연도별로 각각



제시하였다. 각 항목에서 중위수의 연도별 변화를 확인하기는 어렵지만 상자그림의 아래 울타리와 위 울타리를 넘는 자료가 상당수가 존재하여 이들 자료에 대한 내검을 강화할 필요가 있다.

### 나. 각 요소의 연도별 추이

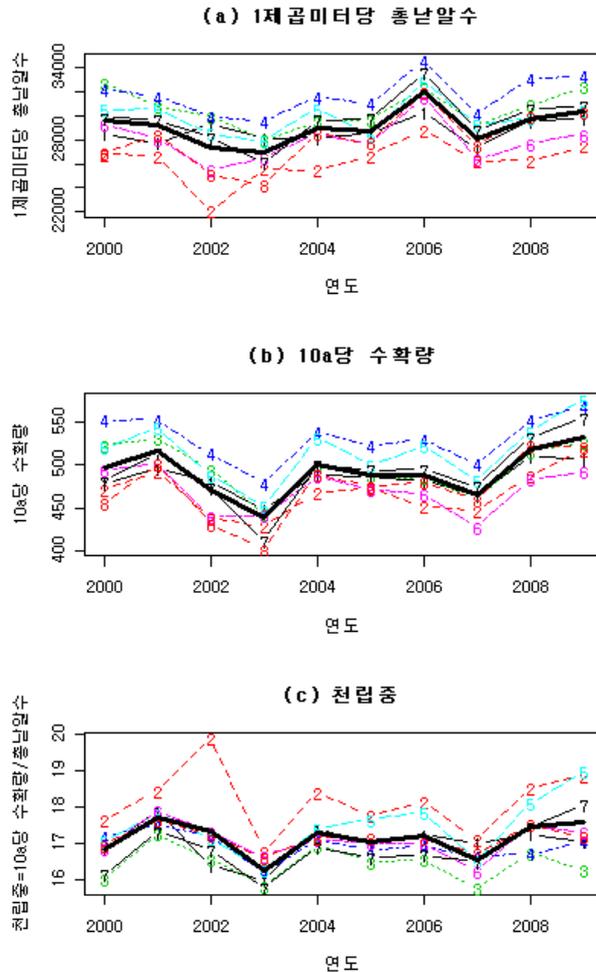


[그림 1-13] 포기수, 이삭수, 낱알수, 피해율의 연도별 추이

[그림 1-13]은 1제곱미터당 포기수, 이삭수, 낱알수, 평균피해율의 연도별 추이를 보

24) 2009년 자료는 예상량조사의 유효이삭수와 완전낱알수 추정값임

여주고 있다. 그림에서 1은 경기, 2는 강원, 3은 충북, 4는 충남, 5는 전북, 6은 전남, 7은 경북, 8은 경남을 나타낸다. (a)의 1제곱미터당 포기수의 그림을 보면, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남의 평균포기수(굵은 선)는 약 23포기에서 21.5포기로 조금씩 감소하였다. 포기는 전북이 가장 많고 충남이 가장 적다. (b)의 포기당 이삭수는 평균 약 19개로 거의 비슷한 추세를였으나 2009년에 다소 증가하였다. 이삭수는 충북이 가장 많고 전남이 가장 적다. (c)의 이삭당 낱알수는 2002, 2003년도에 다소 낮았으며 완만하게 증가하였음을 보여주고 있다. 낱알수는 충남이 가장 많고 강원도가 가장

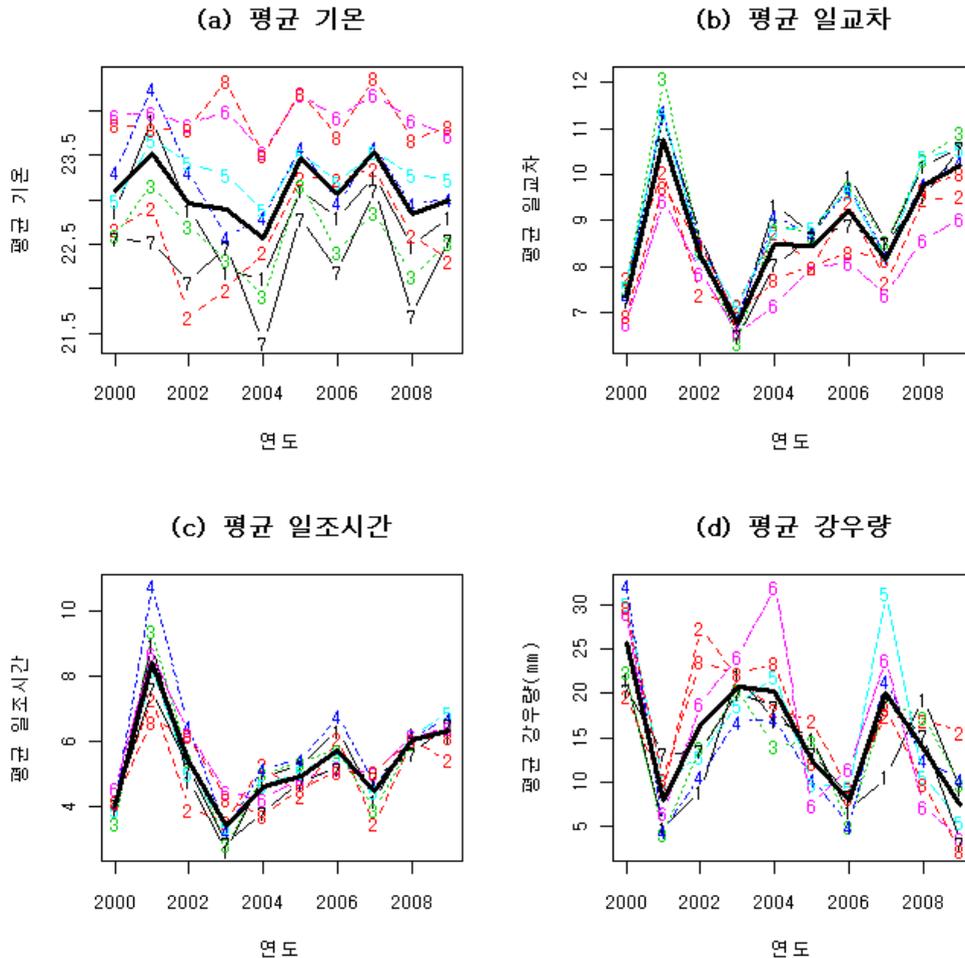


[그림 1-14] 총낱알수, 수확량, 천립중의 연도별 추이



적다. (d)의 평균 피해율은 2002, 2003년도가 높았으며 다른 해에는 거의 비슷한 수치를 보여주고 있다. 특히 2002, 2003년도 강원도의 피해율이 다른 도에 비해 컸음을 확인할 수 있다.

한편 [그림 1-14]의 (a)는 1제곱미터당 포기수, 포기당 이삭수, 이삭당 낱알수를 곱한 수치인 1제곱미터당 총낱알수의 연도별 추이로서 2002, 2003년도가 다소 낮고 2006년도가 최근 10년 중 가장 높은 것으로 나타났다. 2002년도 강원도의 총낱알수는 타 지역에 비해 매우 적었음을 나타낸다. 한편 (b)의 10a당 수확량을 살펴보면, 2002, 2003년도의 수확량이 낮았으며 최근 2년간 높았음을 볼 수 있다. 특이하게 2003년은 총낱알수의 떨



[그림 1-15] 기상요소의 연도별 추이

어짐에 비해 수확량은 크게 감소되었고 2006년도는 총난알수가 상대적으로 큼에도 수확량이 따라가지 못하였음을 나타내고 있다. (c)의 천립중은 10a당 수확량을 총난알수로 나눈 사후 난알의 무게인데, 2003년과 2007년은 천립중이 낮게 추정되어야 함을, 2001, 2008, 2009년은 천립중이 높게 추정되어야 함을 알 수 있다. 2002년도의 강원도의 천립중은 이상적으로 크게 나타나고 있는데 이는 난알의 수가 적었음에도 수확량은 그에 비해 적지 않아 난알의 무게가 타 지역의 평균 천립중과는 크게 다른 값을 보여주고 있다.

[그림 1-15]는 각 지역별 출수기간의 기상요소를 평균한 값을 연도별로 나타내었다. (a)에서 지역별 출수기간의 각 평균기온을 연차적으로 살펴보면, 지역평균은 23도에서 변화를 보이는데 전남, 경남은 24도에서 변화를 나타내나 강원, 충북, 경북은 22도에서 변동하며 그 변동폭이 전남과 경남에 비해 큼을 알 수 있다. (b)의 평균일교차는 (c)의 평균일조시간과 거의 유사한 패턴을 보여주고 있으나 평균일교차의 움직임이 평균 일조시간의 움직임보다 큼을 알 수 있다. 또한 평균일교차는 지역별로 평균 일조시간보다 좀더 상이하게 움직이고 있다. 한편 2001년, 2008년, 2009년에는 평균일교차와 평균일조시간이 다른 해보다 상대적으로 컸다. 출수기간의 평균 강우량은 2001년, 2006년, 2009년도가 적었으며 2000년, 2003년, 2007년도가 상대적으로 많았음을 알 수 있다.

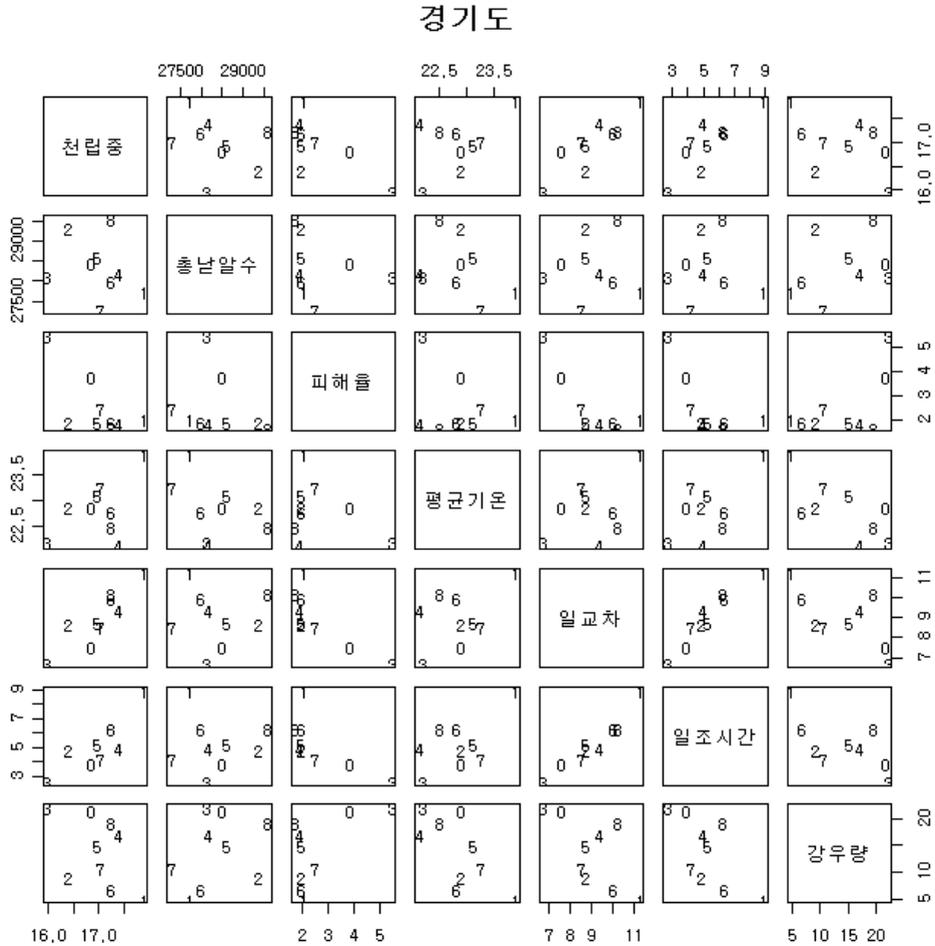
#### 다. 산점도 행렬

2000년부터 2008년까지 목적변수인 천립중과 총난알수, 피해율, 평균기온, 일교차, 일조시간, 강우량의 변수 간 산점도를 제시하였다(총난알수, 피해율, 평균기온, 일교차, 일조시간, 강우량은 모형분석에서 주요변수로 채택된 변수들이다). 여기서는 경기도, 충청북도, 경상남도, 제주도 4개 지역의 산점도만을 예시로 제시하고 그 결과를 분석하였다. 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산의 7대 특·광역시와 나머지 강원, 충남, 전북, 전남, 경북의 5개도의 산점도는 <부록 4>에 제시하였다.

각 산점도 안의 숫자는 해당 연도를 나타낸다. 즉 0은 2000년도, 8은 2008년 자료를 의미한다. 그리고 대각선상 위와 아래는 가로축과 세로축을 달리 할뿐 의미가 같은 산점도이다. 따라서 대각선상 위의 산점도들이 아래의 산점도들보다 이해하기가 쉽다. 좌측에 있는 변수명이 세로축이 되고 아래에 위치한 설명변수가 그 산점도의 가로축에 해당한다.



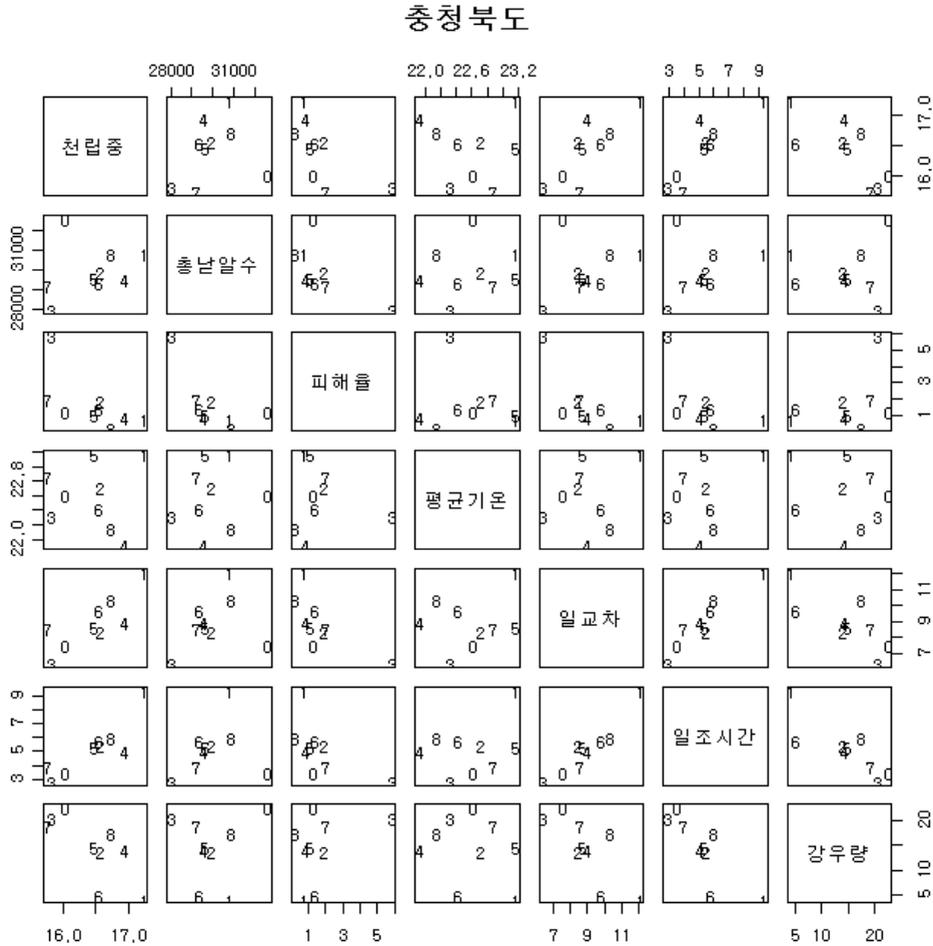
1) 경기도



[그림 1-16] 경기도의 천립중과 설명변수 간 산점도 행렬

[그림 1-16]의 경기도의 산점도 행렬에서 가장 상단의 산점도를 보면 천립중과 총난말수, 천립중과 피해율은 다소 음의 선형관계를 보이는 반면 천립중과 일교차, 천립중과 일조시간은 상당한 양의 선형관계를 보이고 있다. 한편, 일교차와 일조시간은 선형관계가 매우 커 다공선성 문제를 야기할 소지가 있음을 확인할 수 있다.

2) 충청북도

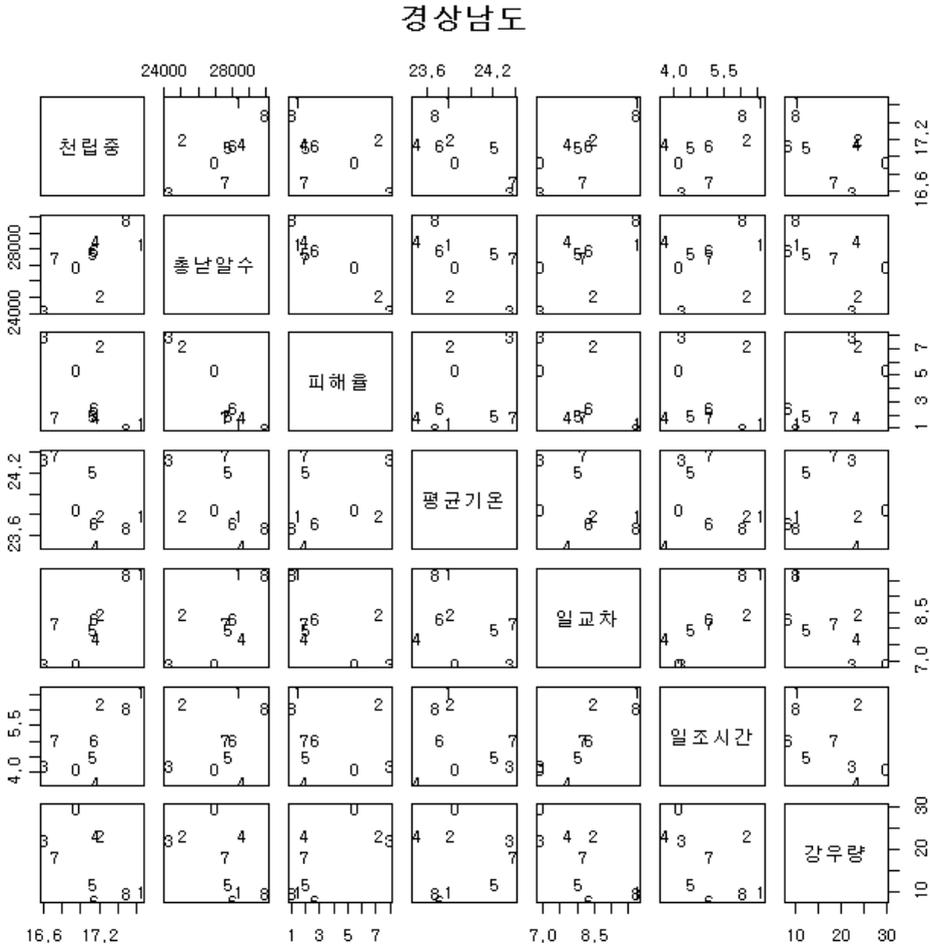


[그림 1-17] 충청북도의 천립중과 설명변수 간 산점도 행렬

[그림 1-17]의 충청북도의 천립중과 각 설명변수 간 산점도를 살펴보면, 피해율과는 음의 선형관계를 나타내고 있으며 일교차와 일조시간은 천립중과 강한 양의 선형관계를 나타내고 있다. 특히 충북의 경우 일교차나 일조시간 모두 선형성이 높지만 일조시간이 일교차보다 선형성이 강함을 알 수 있다. 다시 말하면 충북에서는 일조시간이 일교차보다 천립중과의 선형 상관관계가 높다.



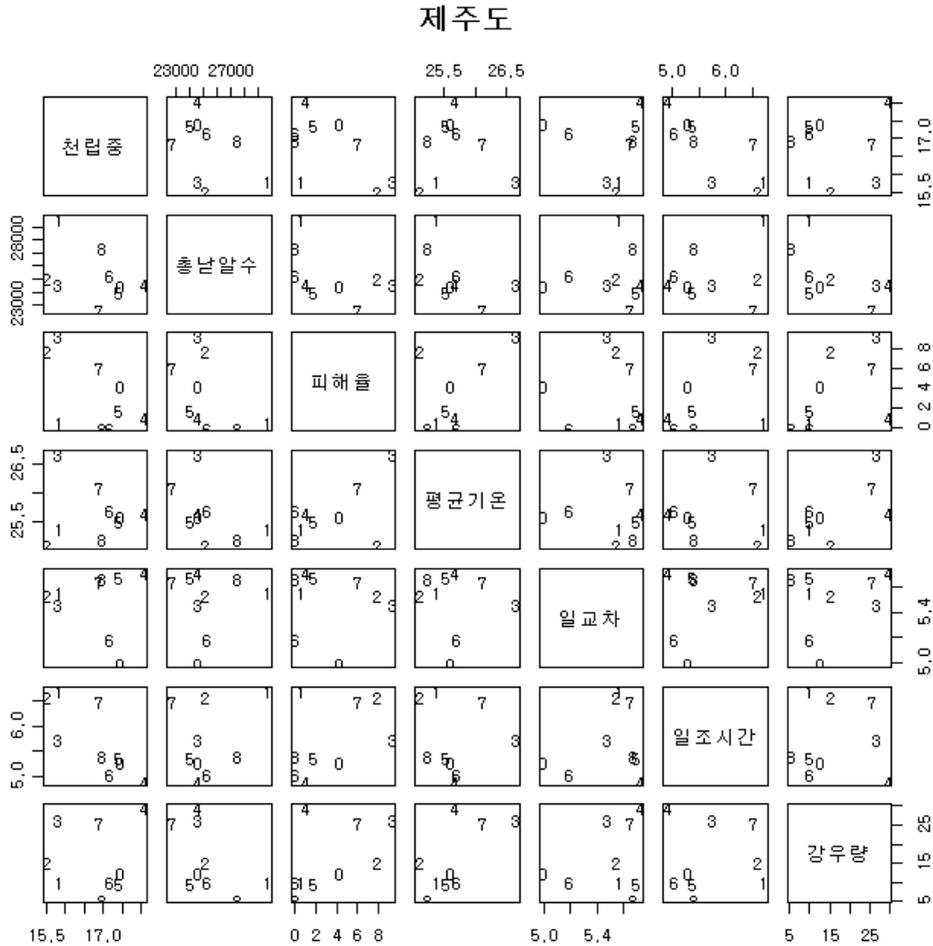
3) 경상남도



[그림 1-18] 경상남도의 천립중과 설명변수 간 산점도 행렬

경상남도의 경우에도 [그림 1-18]에서 보는 바와 같이 천립중과 피해율과는 음의 선형관계를 나타내고 있으며 일교차와 일조시간은 천립중과 양의 선형관계를 나타내고 있다. 그런데 일교차나 일조시간 모두 선형성이 높지만 총복과는 달리 일교차가 일조시간보다 선형성이 강함을 알 수 있다. 다시 말해 경상남도는 일교차가 일조시간보다 천립중과의 선형 상관관계가 높다.

#### 4) 제주도



[그림 1-19] 제주도의 천립중과 설명변수 간 산점도 행렬

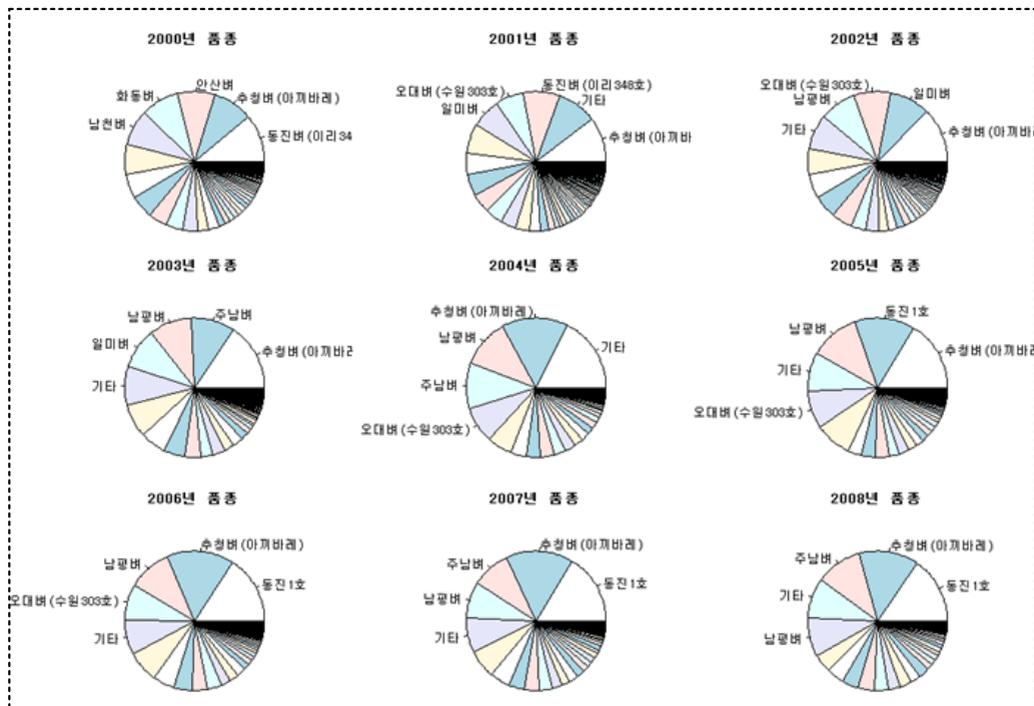
[그림 1-19]에서와 같이 제주도의 경우, 주어진 자료에서는 일조시간이 천립중과 음의 선형관계를 갖는 특이한 경우이다. 이는 제주도의 표본의 수가 매우 작고 기상의 변화가 심해 반드시 일조시간과 일치하는 자료구조를 보여주지 못하고 있기 때문으로 판단된다. 반면 총난말수와 피해율은 음의 선형관계를 보여주고 있다.



## 라. 품종별 재배면적의 변천

우리나라 벼 품종은 조생종, 중생종, 중만생종으로 구분된다(<부록 5> 참조). 2008년 조생종 품종은 10.9%, 중생종 품종은 5.0%, 중만생종 품종이 84.1% 비율로 재배되어 주로 중만생종 벼 품종이 재배되었던 것으로 조사된 바 있다.

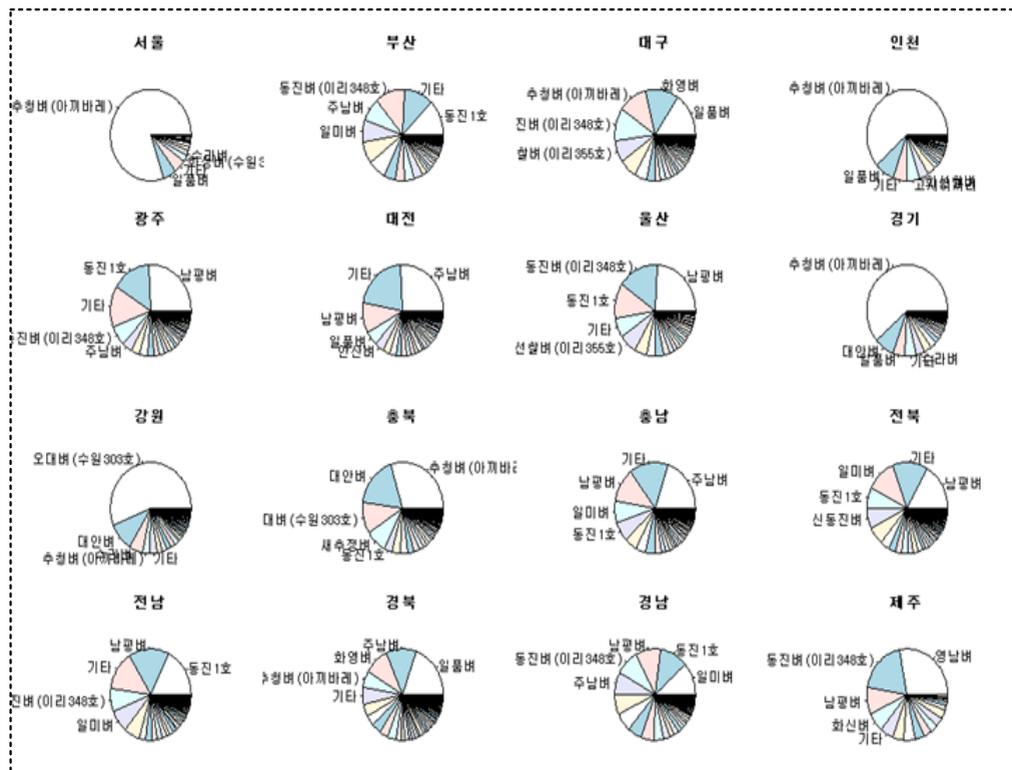
한편 표본구획의 연도별 품종의 비중을 [그림 1-20]에서 파이그래프로 표현하였다. 그래프에서는 5대 품종만을 명시하였다. 그림을 살펴보면 연도별로 품종의 변화가 있음을 알 수 있다. 5대 품종으로 새로이 진입하는 품종이 있는가 하면 밀려나가는 품종이 있기도 하다. 그러나 2007년도와 2008년도에는 동진1호, 추청벼, 주남벼, 남평벼가 주요 품종으로 거의 절반을 차지하고 있으며 크게 변화가 없었다. 또한 그림에서도 볼 수 있듯이 2001년 이후 기타로 기재되는 품종이 많아 기타가 5대 품종 안에 들고 있다. 따라서 최근 품종의 변화를 반영하기 위해서는 품종 코드를 정확하게 부여하는 것이 필요하다.



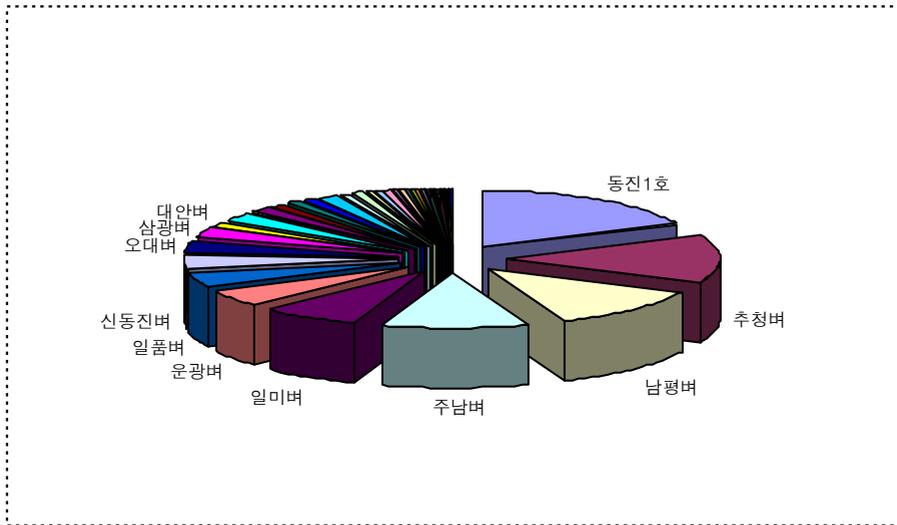
[그림 1-20] 연도별 재배품종 변화

이번에는 2000년에서 2008년까지의 각 지역별 표본구획의 재배품종의 구성비율을 [그림 1-21]에서 제시하였다. 연도별로 다소 다르겠지만 이 결과로부터 서울, 경기, 인천은 추청벼가 대부분을 차지하고 있으며 강원도는 오대벼, 충북은 추청벼와 대안벼, 오대벼, 충남은 주남벼와 남평벼, 전북은 남평벼와 일미벼, 전남은 동진1호와 남평벼, 경북은 일품벼와 주남벼 등 주 품종이 다양하였으며 경남 또한 일미벼와 동진 1호 등으로 다양하여 경상도 지역은 다양한 품종이 주요 품종으로 재배되고 있음을 알 수 있다. 제주도는 영남벼와 동진벼가 많이 재배되고 있다.

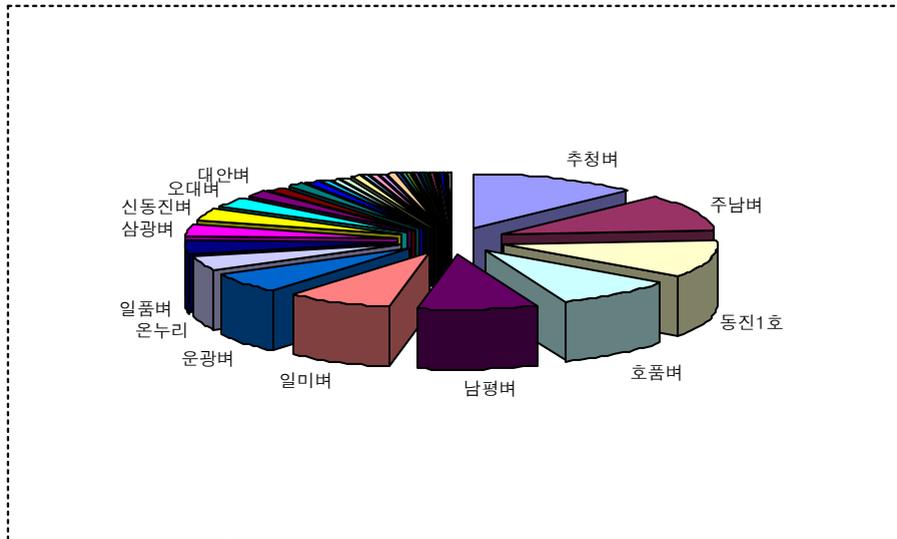
이 정보로부터 각 지역별 대표품종의 대표출수기를 알 수 있고 이에 따라 기상적용기간을 결정하였다. 농진청 자료에 의하면 강원도 오대벼의 출수기는 평균 8월 1일로 알려져 있고 나머지 지역별 대표품종은 다소 차이가 있으나 8월 15일을 전후하여 나타나고 있다.



[그림 1-21] 16개 시도별 표본구획 재배품종(2000-2008년)



[그림 1-22] 품종별 재배면적(2008년)



[그림 1-23] 품종별 재배면적(2009년)

한편, 관계기관의 품종별 재배면적 자료를 이용하여 그 구성비를 나타내면 그림과 같다. 2008년에는 동진1호, 추청벼, 남평벼, 주남벼, 일미벼가 5대 품종을 구성하고 있다. 특히하게 2009년은 호품벼가 전체 9%를 차지하고 있다. 그런데 2009년도에 추청벼, 주남벼, 동진1호, 호품벼, 남평벼, 일미벼가 차지하는 비율이 2008년도의 5대 품종이 차지했던 비율과 같아 다수확 품종인 동진1호, 남평벼 등이 2009년도에는 호품벼로 갈아타는 경우가 많음을 알 수 있다. 호품벼는 주로 충남과 전북이 약 70%를 차지하고 있다.

### 3. 천립중의 지역별 중회귀모형과 쌀 예상량 추정

본 연구는 현재 16개 시도별로 생산량을 추계하고 있는 까닭으로 16개 시도별로 천립중에 대한 지역별 중회귀모형을 설정한다. 실제로 서울시 및 광역시는 재배면적이 작아, 표본 필지 또한 도에 비해 상대적으로 작다. 따라서 추정의 정확성이 다소 떨어질 수 있다는 약점이 있다. 그러나 재배면적의 가중치가 작아 서울시 및 광역시의 추정보다는 도별 추정과 그 비교가 중요하므로 특·광역시의 추정은 다소 무시될 수 있다. 따라서 16개 시도별로 각 실측요소의 평균값과 각 기상요소의 평균한 값을 이용하였다.

한편, 시군구 단위로 실측요소가 존재하므로 시군구 단위별 자료를 이용하면 좋으나 천립중에 영향을 주는 기상자료는 시군구 단위의 정확한 자료가 존재하지 않는다. 따라서 보다 세세한 기후의 지역자료 부재는 본 연구의 자료 이용 범위를 제한하였다. 실제 각 기상관측소의 자료를 가지고 내삽하여 구한 각 기후 요소자료를 이용하고자 탐문하였으나 우리나라의 복잡하고 다양한 지형조건과 소수개의 관측소 자료에 의한 내삽자료의 정확성을 아직 입증하기는 어려운 것으로 판단하였다.

또한 벼 재배 지대구분 등(<부록 6>, <부록 7> 참조)으로 천립중 추정을 하고자 하였으나 각 표본조사 지역의 지대구분과 기상자료의 수집 및 처리가 용이하지 않으며 재배지대의 재배면적을 산출하여야 가중평균의 전국 수치를 알 수 있는 등 제약이 있어 행정구역별로 중회귀모형을 실시하였다.

각 지역별 중회귀 분석을 실시하여 다음 <표 1-9>의 결과를 얻었다. 변수선택은 우선적으로 단계별 선택(stepwise selection) 방식을 취하였다. 그러나 일교차와 일조시간은 상당한 양의 선형관계가 존재하여 다공선성 문제를 야기하므로 이 둘 두 개를 포함시킨 모형과 일교차만을 제외한 모형, 일조시간만을 제외한 모형 세가지 모두를 단계별 선택 방식으로 선정한 후 각 모형을 비교하여 가장 안정적이고 설명력이 높은 모형을 일차적으로 고려하였으며 최종적으로는 모든 가능한 회귀로부터 결정계수( $R^2$ )와 MSE(평균제곱오차)를 고려하여 최적모형을 선택하였다.

<표 1-9>의 결과를 보면, 표본 필지의 수가 작은 지역에서는 총난알수나 피해율을 설명변수로 채택하는 경향이 있으며 둘 다음의 관계로 나타났다. 또한 각 지역별로 출수 후 고온은 부(-)로 작용하고 있음을 확인할 수 있었으며 일교차 또는 일조시간이 많으면 천립중이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 9개 도에서는 천립중에 영향을 주는 요인으로 모두 일교차 또는 일조시간이 선택되어짐에 따라 출수 후 기상조건이 하나의 뚜렷한 설명변수가 되고 있다. 지역별로 보면, 경기·강원은 총난알수, 일교차, 강우량이, 충청도는 평균기온과 일조시간, 영·호남은 평균기온과 일교차가 설명변수로 채택되어 전국이 획적으로 삼등분되어 지역별로 특성을 보이고 있다.

〈표 1-9〉 16개 시도별 회귀모형의 추정계수와 결정계수(R<sup>2</sup>)

지역	절편	총난알수	피해율	평균기온	일교차	일조시간	강우량	R <sup>2</sup>
서울	28.960895	-0.000441	-0.109494					0.8678
부산	40.015362	-0.000438	-0.257826	-0.588622		0.747492		0.9075
대구	28.002837			-0.52397		0.331953		0.7255
인천	25.545333	-0.000289	-0.147941					0.5666
광주	29.043032	-0.000582				0.7323	0.033461	0.8317
대전	21.377484	-0.000196				0.217538		0.4505
울산	25.898112	-0.000305	-0.204165					0.6273
경기	20.851525	-0.0003			0.464282		0.034111	0.9126
강원	16.799491	-0.00035			0.959365		0.12521	0.8512
충북	25.364747			-0.457078		0.269786		0.8861
충남	16.661311		-0.13236			0.078422		0.6903
전북	31.333259			-0.771687	0.444021			0.8029
전남	39.703619			-1.088374	0.439619			0.7992
경북	22.084892			-0.385598	0.37591			0.9552
경남	26.332915			-0.462382	0.223998			0.878
제주	26.683979	-0.00036	-0.238853					0.8428

주: 모든 가능한 회귀로부터의 최적모형

선택된 모형으로부터 각 시도별 천립중을 예측한 결과는 <표 1-10>과 같다. 예측된 천립중으로부터 10a당 수량을 다시 시도별로 구할 수 있고 이를 재배면적으로 가중평균한 결과 532kg의 추정값을 얻었다.

〈표 1-10〉 2009년도 예측결과

	재배면적 (ha)	재배면적 비율	10a당 수량(kg)	생산량 (톤)	포기수	유효 이삭수	완전 난알수	1m <sup>2</sup> 당 난알수	천립중 (예측)	10a당 수량 (예측)
전국	917,990	1	534	4,898,725	21.2	19.6	72.9	30,349	17.5	532
서울	286	0.00031	479	1,371	19.9	20.3	83	33,464	14.21	476
부산	4,112	0.00448	488	20,084	19.2	18.7	86	30,984	15.46	479
대구	3,477	0.00379	551	19,146	21.7	20.3	69.4	30,546	16.94	517
인천	13,256	0.01444	469	62,221	21.2	19.5	70.4	29,191	16.49	481
광주	6,528	0.00711	486	31,758	21.7	18	74.8	29,271	17.07	500
대전	1,837	0.002	515	9,467	20.9	17.3	83.3	30,212	16.98	513
울산	6,480	0.00706	481	31,152	21.3	17.2	78.1	28,550	16.67	476
경기	98,934	0.10777	507	501,849	20.6	21.4	67.5	29,742	17.14	510
강원	40,420	0.04403	518	209,299	22.4	19.1	64	27,463	18.29	502
충북	48,257	0.05257	526	253,910	20.6	22.3	70.3	32,383	16.81	544
충남	160,952	0.17533	568	914,388	20.3	20.8	79	33,328	17.06	569

	재배면적 (ha)	재배면적 비율	10a당 수량(kg)	생산량 (톤)	포기수	유효 이삭수	완전 난알수	1m <sup>2</sup> 당 난알수	천립중 (예측)	10a당 수량 (예측)
전북	138,445	0.15081	576	797,338	22.3	18.5	73.9	30,398	18.1	550
전남	183,359	0.19974	492	902,089	21.1	18.4	73.1	28,442	17.86	508
경북	122,441	0.13338	555	679,872	21.6	19.5	73	30,772	17.37	534
경남	89,181	0.09715	521	464,661	21	19	75.7	30,323	17.56	532
제주	25	0.00003	472	118	22.3	19.2	69	29,409	16.11	474

<표 1-11>에서와 같이 2009년도 예측결과를 예상량조사 결과와 비교해보면 시도별로 예상량조사의 결과에 비해 우수한 것으로 나타났다. 부산, 인천, 강원, 충북, 전남에서는 예상량조사 결과가 더 근접한 것으로 나타났으나 그 차이가 충북을 제외하고는 크지 않다. 나머지 지역에서는 모두 모형예측의 결과가 근접하였다. 절대오차 합을 비교하면 모형예측의 결과(193)가 예상량조사의 결과(348)의 절반(55%) 수준으로 줄어든 것을 알 수 있다. 한편, 각 도에서의 차이의 절대오차 합을 비교하여도 모형예측의 결과(114)가 예상량조사의 결과(209)의 절반(55%) 수준으로 줄어든 것을 알 수 있다. 특히 예상량조사의 예상값은 모두 하향 추정되고 있어 보수적 추정이 되고 있음을 확인할 수 있다. 그 결과 전국수준의 10a당 예상수량의 절대오차(26)는 모형예측의 절대오차(2)에 비해 예측오차가 매우 크다.

<표 1-11> 2009년도 예측결과 비교

	10a당수량(A) (예상량조사)	10a당수량(B) (수확량조사)	10a당수량(C) (모형예측)	A-B	C-B	천립중 (2009)	천립중 (예측)
전국	508	534	532	-26	-2	17.54	17.5
서울	465	479	476	-14	-3	14.31	14.21
부산	483	488	479	-5	-9	15.75	15.46
대구	497	551	517	-54	-34	18.04	16.94
인천	466	469	481	-3	12	16.07	16.49
광주	472	486	500	-14	14	16.6	17.07
대전	482	515	513	-33	-2	17.05	16.98
울산	465	481	476	-16	-5	16.85	16.67
경기	489	507	510	-18	3	17.05	17.14
강원	507	518	502	-11	-16	18.86	18.29
충북	523	526	544	-3	18	16.24	16.81
충남	545	568	569	-23	1	17.04	17.06
전북	529	576	550	-47	-26	18.95	18.1
전남	478	492	508	-14	16	17.3	17.86
경북	512	555	534	-43	-21	18.04	17.37
경남	496	521	532	-25	11	17.18	17.56
제주	447	472	474	-25	2	16.05	16.11



2009년도 생산량 예측결과는 단위생산량조사 결과의 비교에서와 유사한 차이를 나타내고 있다(<표 1-12> 참조). 예측모형의 각 지역의 절대 차이값의 합은 예상량조사의 절대 차이값의 절반 수준이다. 물론 앞에서와 마찬가지로 지역별로 모두 생산량이 하향추정되어 전국수준에서는 그 격차가 벌어지고 있다. 즉 지역 내에서도 예상량조사방법보다 예측모형이 우위에 있으며 전국수준에서는 더욱 우위에 있음을 확인할 수 있다.

<표 1-12> 2009년도 생산량 예측결과 비교

	재배면적 (ha)	10a당 수량 (kg)	생산량(A) (ton)	10a당수량 (예상량 조사)	생산량(B) (예상량 조사)	A-B	10a당수량 (모형예측)	생산량(C) (모형예측)	A-C
전국	917,990	534	4,898,725	508	4,663,389	235,336	532	4,883,707	15,018
서울	286	479	1,371	465	1,330	41	476	1,361	10
부산	4,112	488	20,084	483	19,861	223	479	19,696	388
대구	3,477	551	19,146	497	17,281	1,865	517	17,976	1,170
인천	13,256	469	62,221	466	61,773	448	481	63,761	1,540
광주	6,528	486	31,758	472	30,812	946	500	32,640	882
대전	1,837	515	9,467	482	8,854	613	513	9,424	43
울산	6,480	481	31,152	465	30,132	1,020	476	30,845	307
경기	98,934	507	501,849	489	483,787	18,062	510	504,563	2,714
강원	40,420	518	209,299	507	204,929	4,370	502	202,908	6,391
충북	48,257	526	253,910	523	252,384	1,526	544	262,518	8,608
충남	160,952	568	914,388	545	877,188	37,200	569	915,817	1,429
전북	138,445	576	797,338	529	732,374	64,964	550	761,448	35,891
전남	183,359	492	902,089	478	876,456	25,633	508	931,464	29,375
경북	122,441	555	679,872	512	626,898	52,974	534	653,835	26,037
경남	89,181	521	464,661	496	442,338	22,323	532	474,443	9,782
제주	25	472	118	447	112	6	474	119	1

앞에서는 2000년에서 2008년의 자료를 적합시킨 모형을 가지고 2009년 자료를 추정하여 비교분석하였다. 이번에는 2000년에서 2007년의 자료를 적합시킨 모형을 통해 2008년 자료를 추정하고 비교하였으며 추정된 계수는 <표 1-13>에 나타내었다.<sup>25)</sup> 2008년까지의 모형에서의 결과와 유사한 결과를 나타내고 있다. 앞의 모형에서와 비슷하게 경기·강원은 일교차와 강우량이, 충청도는 평균기온과 일조시간, 영·호남은 평균기온과 일교차가 설명변수로 채택되는 경향을 보이고 있다.

25) 2008년까지의 모형은 모든 가능한 회귀로부터의 최적회귀모형이나 시간적 제약으로 2007년까지의 모형은 단계별 선택방식을 이용한 결과임

<표 1-13> 추정계수(2000-2007년 자료 이용)

지역	절편	총난알수	피해율	평균기온	일교차	일조시간	강우량	Adj. R <sup>2</sup>
서울	28.4064	-0.000429						0.7667
부산	35.7285	-0.000665	-0.36343					0.8884
대구	16.614							
인천	23.4763	-0.000233						0.5296
광주	28.1419	-0.000486				0.5045		0.6655
대전	16.6016							
울산	17.3688							
경기	11.1937				0.5747		0.051	0.8309
강원	-0.1434				1.6186		0.2722	0.6889
충북	27.0285			-0.532		0.281		0.8514
충남	16.7992		-0.16228			0.0711		0.7401
전북	14.0638				0.3601			0.5964
전남	52.8111			-1.514		0.1726	-0.025	0.7944
경북	21.2775			-0.345	0.3629			0.927
경남	26.4878			-0.475	0.2423			0.806
제주	26.8583	-0.000368	-0.23498					0.7843

주: 단계별 선택방법에 의한 최적모형

<표 1-14> 2008년도 예측결과

	재배면적 (ha)	재배면적 비율	10a당 수량 (kg)	생산량 (톤)	포기수	유효 이삭수	완전 난알수	1m <sup>2</sup> 당 난알수	천립중 (예측)	10a당 수량 (예측)
전국	927,995	1	520	4,825,078	21.4	18.7	74.4	29,817	17.57	525
서울	502	0.000541	510	2,560	-	-	-	-	-	-
부산	4,112	0.004431	517	21,245	19.6	20.1	70.2	27,578	16.603	458
대구	3,976	0.004285	525	20,863	22	18.9	71.8	29,871	16.614	496
인천	13,778	0.014847	511	70,351	21.2	20	69.3	29,286	16.6387	487
광주	6,442	0.006942	482	31,020	22.2	16.2	75.7	27,250	17.8697	487
대전	1,916	0.002065	485	9,298	21.8	16.7	75.9	27,668	16.6016	459
울산	6,667	0.007184	506	33,704	21.4	17	85.6	31,206	17.3688	542
경기	99,939	0.107693	510	509,637	21	20.4	69	29,581	18.0304	533
강원	40,806	0.043972	487	198,678	22.1	18.8	63.3	26,299	19.812	521
충북	48,802	0.052589	516	251,820	20.8	21	70.9	30,865	16.9084	522
충남	162,244	0.174833	552	895,112	20.4	19.2	84.6	33,056	17.1252	566
전북	141,161	0.152114	539	761,262	22.7	17.5	75.3	29,815	17.8046	531
전남	183,630	0.197878	484	888,531	21.4	17.5	73.9	27,665	17.5038	484
경북	123,678	0.133274	532	658,429	21.4	18.6	76.8	30,563	17.2508	527
경남	90,310	0.097317	523	472,419	21.1	19	74.6	29,898	17.6036	526
제주	32	0.000034	465	149	22.3	19.4	63.5	27,429	16.7685	460

주: 서울은 2008년 자료가 없음



〈표 1-15〉 2008년도 생산량 예측결과 비교

	10a당 수량(A) (예상량조사)	10a당 수량(B) (수확량조사)	10a당 수량(C) (모형 예측)	A-B	C-B	천립중 (2008)	천립중 (예측)
전국	495	520	525	-25	5	17.41	17.57
서울	481	510	-	-	-	-	-
부산	461	517	458	-56	-59	18.747	16.603
대구	470	525	496	-55	-29	17.576	16.614
인천	487	511	487	-24	-24	17.449	16.6387
광주	473	482	487	-9	5	17.688	17.8697
대전	493	485	459	8	-26	17.529	16.6016
울산	462	506	542	-44	36	16.215	17.3688
경기	481	510	533	-29	23	17.241	18.0304
강원	482	487	521	-5	34	18.518	19.812
충북	498	516	522	-18	6	16.718	16.9084
충남	531	552	566	-21	14	16.699	17.1252
전북	511	539	531	-28	-8	18.078	17.8046
전남	466	484	484	-18	0	17.495	17.5038
경북	502	532	527	-30	-5	17.407	17.2508
경남	485	523	526	-38	3	17.493	17.6036
제주	459	465	460	-6	-5	16.953	16.7685

〈표 1-16〉 2008년도 예측결과 비교

	재배면적 (ha)	10a당 수량 (kg)	생산량(A) (ton)	10a당수량 (예상량 조사)	생산량(B) (예상량 조사)	A-B	10a당수량 (모형예측)	생산량(C) (모형예측)	A-C
전국	927,995	520	4,825,574	495	4,593,575	231,999	525	4,871,974	46,400
서울	502	510	2,560	481	2,415	146	-	-	-
부산	4,112	517	21,259	461	18,956	2,303	458	18,833	2,426
대구	3,976	525	20,874	470	18,687	2,187	496	19,721	1,153
인천	13,778	511	70,406	487	67,099	3,307	487	67,099	3,307
광주	6,442	482	31,050	473	30,471	580	487	31,373	322
대전	1,916	485	9,293	493	9,446	153	459	8,794	498
울산	6,667	506	33,735	462	30,802	2,933	542	36,135	2,400
경기	99,939	510	509,689	481	480,707	28,982	533	532,675	22,986
강원	40,806	487	198,725	482	196,685	2,040	521	212,599	13,874
충북	48,802	516	251,818	498	243,034	8,784	522	254,746	2,928
충남	162,244	552	895,587	531	861,516	34,071	566	918,301	22,714
전북	141,161	539	760,858	511	721,333	39,525	531	749,565	11,293
전남	183,630	484	888,769	466	855,716	33,053	484	888,769	0
경북	123,678	532	657,967	502	620,864	37,103	527	651,783	6,184
경남	90,310	523	472,321	485	438,004	34,318	526	475,031	2,709
제주	32	465	149	459	147	2	460	149	2

앞의 방법과 유사하게 <표 1-14>, <표 1-15>, <표 1-16>에서와 같이, 2000년에서 2007년의 자료를 적합시킨 모형을 통해 2008년 자료를 추정하고 비교분석한 결과 2008년까지의 자료를 적합시킨 모형과 유사하게 모형예측이 유의한 결과를 나타내고 있음이 확인되었다.

#### 4. 천립중 및 쌀 예상량의 신뢰구간 추정

회귀분석에서 어떤 주어진  $x$ 의 값에서  $y$ 의 기대치  $E(y) = \beta_0 + \beta_1 x$ 는  $\hat{y} = b_0 + b_1 x$ 에 의해 추정된다. 이 추정량  $\hat{y}$ 의 기대치  $E(\hat{y}) = E(b_0 + b_1 x) = \beta_0 + \beta_1 x$ 이 된다.

즉 추정량  $\hat{y}$ 은 불편추정량이다. 한편,  $\hat{y}$ 의 분산은

$$Var(\hat{y}) = \sigma^2 \left[ \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right]$$

따라서 주어진  $x$ 에서  $E(y)$ 의  $(1 - \alpha)100\%$  신뢰구간은 다음과 같이 구해진다.

$$\hat{y} \pm z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\sigma^2 \left[ \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right]}$$

이때 어떤 주어진  $\sigma^2$ 를 알지 못하는 경우에는  $\sigma^2$  대신 평균제곱오차(MSE)를 대입하여 아래와 같이 구한다.

$$\hat{y} \pm t_{n-2, \alpha/2} \cdot \sqrt{MSE \left[ \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right]}$$

이제 만약 주어진  $x$ 의 값에서 하나의 예측치  $y$ 를 얻고자 할 때, 하나의 값  $y_s$ 에 대한 신뢰구간을 구한다고 하자. 그런데,

$$\begin{aligned} Var(\hat{y}_s) &= Var(\epsilon) + Var(\hat{y}) \\ &= \sigma^2 + \sigma^2 \left[ \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right] \\ &= \sigma^2 \left[ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right] \end{aligned}$$



그러면 이 경우  $(1-\alpha)100\%$  신뢰구간은 다음과 같다.

$$\hat{y} \pm t_{n-2, \alpha/2} \times \sqrt{MSE \left[ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right]}$$

한편, 중회귀모형에서는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\hat{y} \pm t_{n-k-1, \alpha/2} \times \sqrt{MSE [1 + x^T (X^T X)^{-1} x]}$$

이상의 신뢰구간 계산식을 살펴보면, 평균제곱오차(MSE)가 작을수록 신뢰구간은 짧게 된다. 즉 모형이 설명력이 크면 클수록 예측 신뢰구간은 좁다. 한편 주어진 설명변수가 자료의 중심에 가까울수록 신뢰구간은 좁으며 신뢰도를 크게 부여하면 할수록 신뢰구간은 넓어지게 된다. 이 방법으로 2009년도의 각 지역별 추정값의 신뢰구간을 구하면 아래의 <표 1-17>과 같다.

<표 1-17> 천립중 추정치의 95% 신뢰구간

	천립중 하한	천립중 (점추정값)	천립중 상한	10a당 생산량 하한	10a당 생산량 (점추정값)	10a당 생산량 상한
전국	16.8	17.5	18.2	510	532	554
서울	12.8	14.21	15.6	429	476	522
부산	12.8	15.46	18.1	396	479	562
대구	16.1	16.94	17.7	493	517	542
인천	15.2	16.49	17.7	444	481	518
광주	15.7	17.07	18.4	461	500	538
대전	15.7	16.98	18.2	475	513	551
울산	15.4	16.67	18	439	476	513
경기	16.4	17.14	17.9	488	510	531
강원	16.8	18.29	19.8	460	502	544
충북	16.3	16.81	17.3	527	544	561
충남	16.4	17.06	17.7	548	569	590
전북	17.2	18.1	19	522	550	578
전남	17.1	17.86	18.6	486	508	530
경북	17	17.37	17.8	523	534	546
경남	17.2	17.56	18	520	532	545
제주	14.9	16.11	17.4	437	474	511

서울을 예를 들어 살펴보면, 서울의 천립중 예측신뢰구간은 12.8에서 15.6이고 이에 따라 10a당 생산량 하한은 429kg, 상한은 522kg으로 구하여진다. 각 16개 시도별로 우리는 천립중 예측신뢰구간과 단위면적당 생산량의 신뢰구간을 얻는다. 그리고 각각의 하한과 상한값을 재배면적으로 가중평균한 결과 전국 천립중의 하한은 16.8g이고 상한은 18.2g으로 계산되어 10a당 생산량의 하한은 510kg, 상한은 554kg을 갖게 된다. 즉 전국 10a당 생산량은 532±22(kg)의 결과를 갖는다. 한편 <표 1-18>에서와 같이 각 시도별 실제 10a당 수확량조사 결과는 대부분 예측신뢰구간에 포함되고 있음을 확인할 수 있다 (충북은 한계선상에 있으며, 대구와 경북은 95% 신뢰상한을 다소 벗어남).

<표 1-18> 10a당 생산량 추정치의 95% 신뢰구간과 10a당 생산량

	10a당 생산량 (신뢰구간 하한)	10a당 생산량 (신뢰구간 상한)	10a당 생산량 (수확량 실제값)
전국	510	554	534
서울	429	522	479
부산	396	562	488
대구	493	542	551
인천	444	518	469
광주	461	538	486
대전	475	551	515
울산	439	513	481
경기	488	531	507
강원	460	544	518
충북	527	561	526
충남	548	590	568
전북	522	578	576
전남	486	530	492
경북	523	546	555
경남	520	545	521
제주	437	511	472

## 제5절 추정모형의 개선

본 절에서는 제시된 추정모형에서 개선되어야 할 사항에 대한 추가검토를 통해 모형의 안정성과 정확성을 향상시켜 궁극적으로 개선된 추정모형을 이용하여 2010년 쌀 예상 생산량 예측에 적용하고자 한다. 품종의 변화 검토, 지역 가변수를 사용한 모형의 검

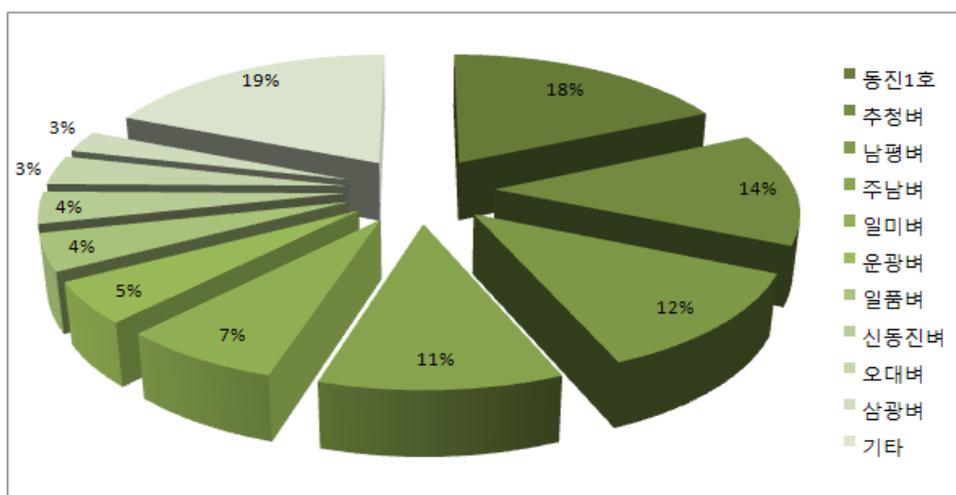


토, 기상 자료의 적용기간의 지역별 차별화 모형 검토, 시계열 추가 후의 모형 검토를 주요 내용으로 한다.

## 1. 재배품종의 연도별 비교분석 및 품종특성수량 분석

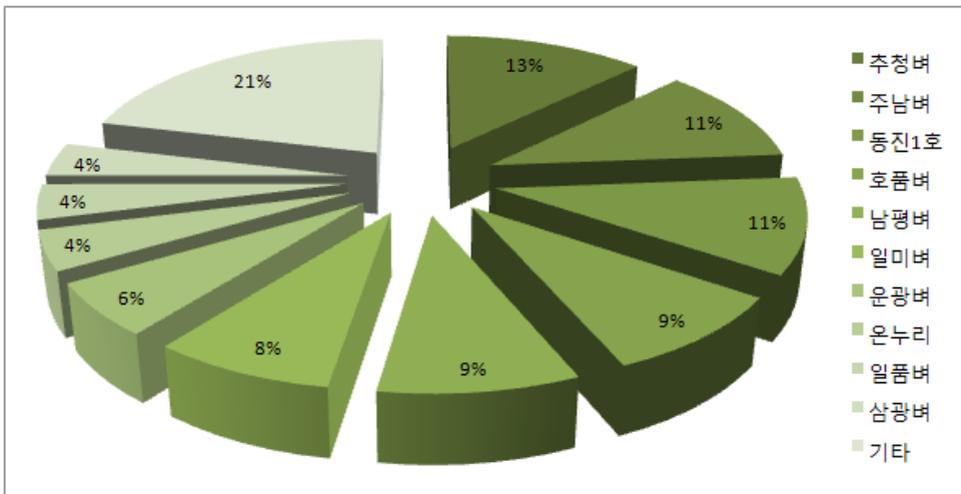
### 가. 재배품종의 연도별 비교분석

대표 품종의 연도별 변화를 파악하고 분석하였다. 2000년도의 10대 재배품종은 대산, 일미, 동안, 일품, 화영, 대안, 남평, 화성, 동진, 추청 순이며, 2001년도는 남평, 일미, 동안, 일품, 대산, 대안, 화영, 추청, 호안, 화성 순으로, 전년과 비교하여 남평이 대산을 밀어내고 1위를 차지하였다. 2002년도는 남평, 추청, 일미, 일품, 주남, 동안, 화영, 오대, 화성, 수라 순으로, 추청이 2위로 올라서고 대산은 10대 품종에서 사라졌으며, 2003년도는 남평, 추청, 일미, 주남, 일품, 동진1호, 동안, 오대, 새추청, 대안 순으로, 동진1호가 나타나기 시작하였다. 2004년도는 남평, 동진1호, 추청, 주남, 일미, 일품, 오대, 새추청, 화영, 동안 순으로, 동진1호가 급성장하였다. 2005년도는 동진1호, 남평, 추청, 주남, 일미, 오대, 일품, 새추청, 화영, 대안 순으로, 동진1호가 재배품종 1위로 전국 20%를 상회하였다. 2006년도는 동진1호, 추청, 남평, 주남, 일미, 일품, 오대, 새추청, 화영, 신동진 순으로 전년과 비슷하다. 2007년도는 동진1호, 추청, 남평, 주남, 일미, 일품, 오대, 신동진, 운광, 새추청 순으로, 신동진의 재배면적이 높아졌다. 2008년도는 동진1호, 추청, 남평, 주남, 일미, 운광, 일품, 신동진, 오대, 삼광 순으로, 전년과 비슷하다([그림 1-24] 참조).

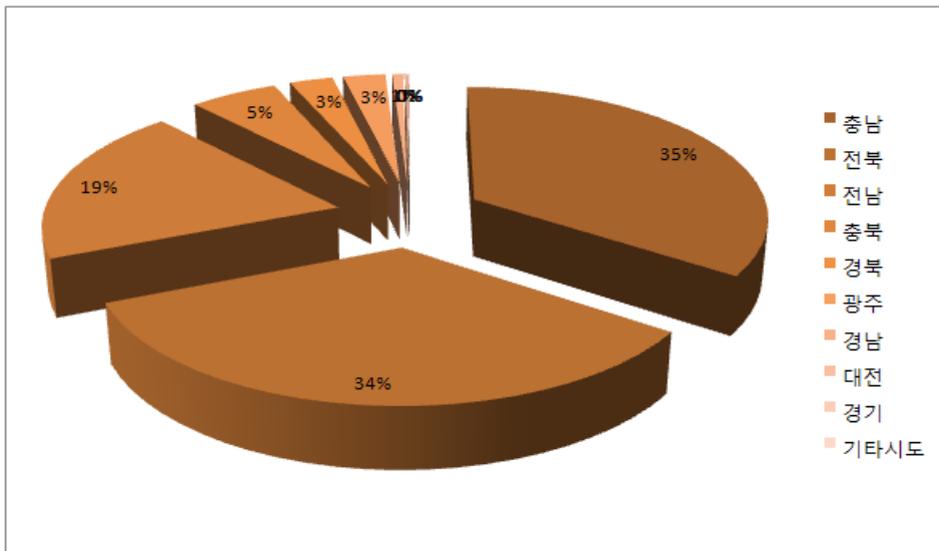


[그림 1-24] 2008년 품종별 재배면적

한편 2009년도는 추청, 주남, 동진1호, 호품, 남평, 일미, 운광, 온누리, 일품, 삼광 순으로, 추청이 1위로 올라서고 새롭게 호품이 전국 4위를 차지하면서 돌풍을 일으켰다 ([그림 1-25] 참조). 호품벼의 시도별 분포를 보면 충남이 35%, 전북이 34%, 전남이 19%를 차지하였다([그림 1-26] 참조).



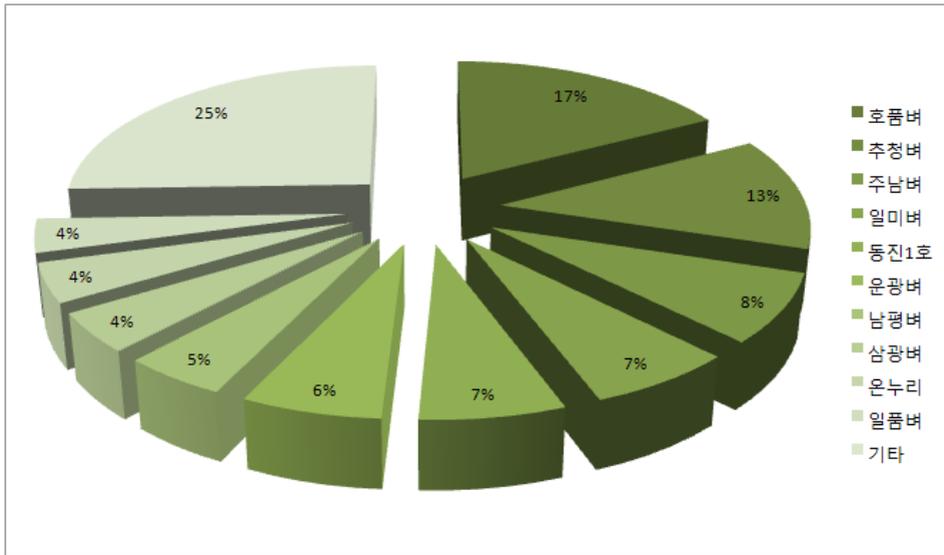
[그림 1-25] 2009년 품종별 재배면적



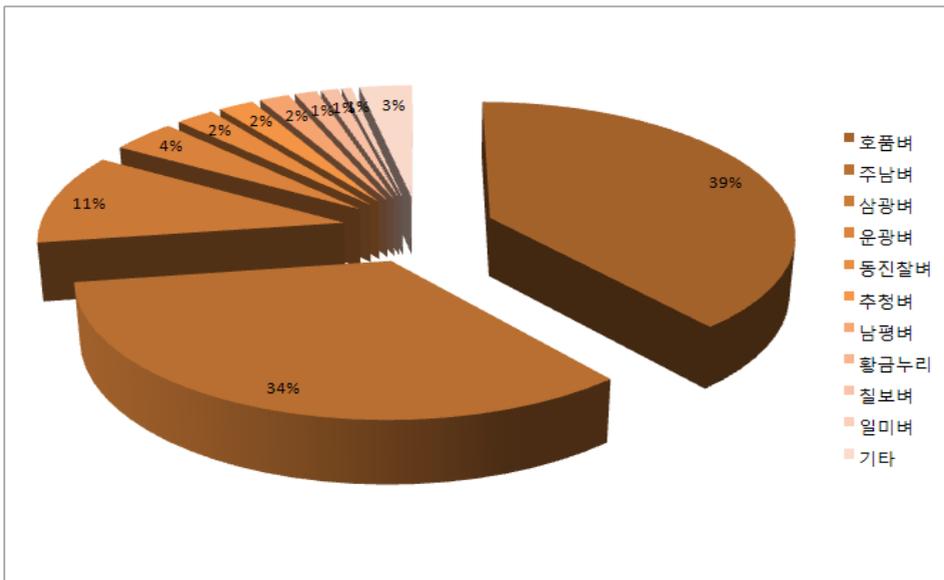
[그림 1-26] 2009년도 호품벼의 시도별 분포



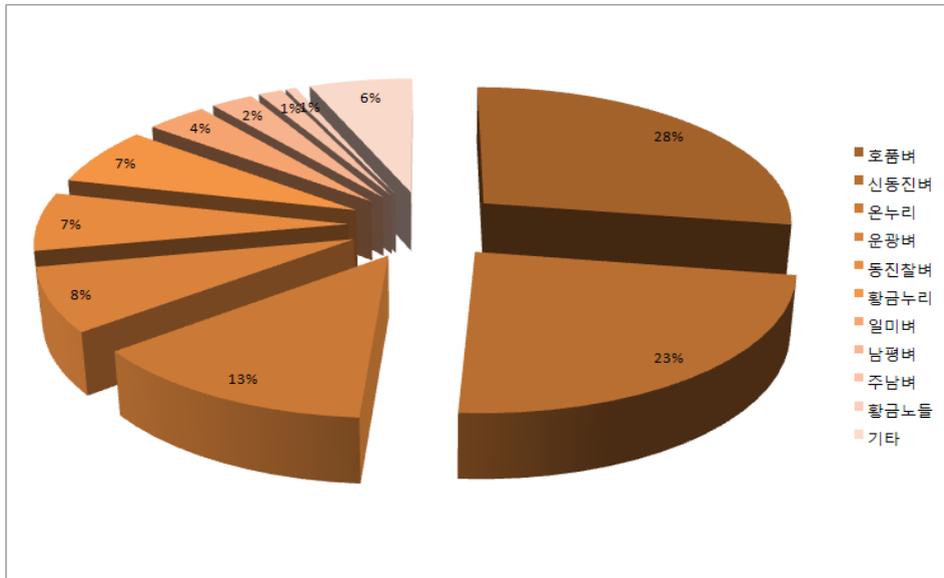
2010년도는 호품, 추청, 주남, 일미, 동진1호, 운광, 남평, 삼광, 온누리, 일품 순으로, 호품이 결국 1위를 차지하였으며([그림 1-27] 참조), 충청과 전북에서 1위 품종으로 나타났다([그림 1-28], [그림 1-29] 참조).



[그림 1-27] 2010년 품종별 재배면적



[그림 1-28] 2010년 충청남도 품종별 재배면적



[그림 1-29] 2010년 전라북도 품종별 재배면적

### 나. 품종특성수량 분석

2006년~2009년까지의 품종특성수량을 계산하여 특성수량과 실제수량의 관계를 분석하였다. 2006년도의 품종수량은 526kg이나 실제 수량은 491kg인 반면, 2007년도는 품종 특성수량이 530kg이나 실제 수량은 466kg, 2008년도는 품종수량이 530kg이고 실제 수량은 520kg이었으며, 2009년도는 품종수량 536kg이고 실제 수량은 534kg으로 나타났다 (2010년도의 품종수량은 538kg, <표 1-19> 참조).

<표 1-19>에서 2007년도와 2008년도는 특성수량이 같은 530kg이라 하더라도 한해는 466kg이고 한해는 520kg으로 기상이 품종을 압도한다. 또한 최근의 품종효과는 낱알수의 실측으로 어느 정도 생산량 예측에 반영되며, 낱알무게는 자료의 최신화로 천립중 모형에 반영된다. 앞의 결과에서 종합적으로 유추하여 볼 때 격차의 발생은 품종보다는 기상이 주요인으로 차지하고 있는 것으로 판단된다. 품종에 대한 모형 반영은 지역별 품종 특성수량의 시계열자료를 확보를 통해 변수의 유의성 검토 등 좀 더 세밀한 연구가 필요하다. 현재로서는, 최근의 품종변화뿐 아니라 재배기술, 시비량의 변화를 모니터링하고 이를 정성적으로 반영하는 것이 적절할 것이다. 예상량조사 시 낱알무게에 대한 주관적 판단결과를 보조적으로 이용하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다.

한편, 2009년은 호품벼 등의 재배품종의 변화로 품종특성수량이 6kg 증가하였다. 2009년의 경우 지역별로 2008년과 기상여건이 지역별로 같다고 가정하면, 품종특성수량



의 증가분의 약 2배가 실제수량으로 나타났다. 한편, 2010년은 호품벼 등의 재배면적 증가로 전년보다 품종특성수량이 2kg 증가하였으며(지역별로 보면 충북 4kg, 충남 7kg, 전북 6kg, 전남 3kg, 경북 1kg, 경남 4kg으로 나타남) 이와 같은 과거의 품종특성수량과 실제수량과의 관계가 제한적으로 고려될 수 있다.

〈표 1-19〉 품종특성수량과 실제수량

지역	2006			2007			2008			2009			2010	
	품종 수량	실제 수량	천립 중	품종 수량	차이 (2010 -2009)									
전국	526	491	17.0	530	466	16.6	530	520	17.4	536	534	17.6	538	2
경기	472	480	17.2	468	464	17.0	467	510	17.2	464	507	17.1	463	-1
강원	493	451	18.1	495	448	17.1	496	487	18.5	500	518	18.9	496	-4
충북	498	485	16.5	501	460	15.7	497	516	16.7	501	526	16.2	505	4
충남	549	529	16.9	552	501	16.6	556	552	16.7	564	568	17.0	571	7
전북	543	519	17.8	551	483	16.5	552	539	18.1	567	576	19.0	573	6
전남	534	467	17.0	540	428	16.2	539	484	17.5	544	492	17.3	547	3
경북	534	492	16.7	539	475	16.5	539	532	17.4	541	555	18.0	542	1
경남	528	478	17.1	531	460	16.7	531	523	17.5	530	521	17.2	534	4

\* 지역별 각 품종의 평균 10a당 수량을 가장 평균한 값

## 2. 지역 가변수를 이용한 모형의 예측력 검토

모형의 안정성을 위해 일조시간 등 설명변수의 계수를 공통으로 추정하고 지역별 절편을 달리하는 모형을 고려해 보았다. 그 결과 일조시간, 총난알수, 피해율을 설명변수로 한 지역 가변수 모형이 유의하였으나( $R^2=0.67$ , <표 1-20> 참조), 지역 가변수 모형은 각 지역마다 공통 기울기 계수(전국 계수)를 이용하므로 설명력이 약화되는 것으로 나타

났다. 선택된 모형으로부터 2009년 예상생산량은 512kg으로 추정되어 실수확량과의 격차를 좁히지 못하고 있다(<표 1-21> 참조).

<표 1-20> 가변수 회귀모형의 분석결과

	추정계수	표준오차	t 값	P 값
절편(제주)	24.4600	1.1050	22.1430	0.000000
총난알수	-0.0003	0.0000	-8.0930	0.000000
피해율	-0.1743	0.0240	-7.2700	0.000000
일조시간	0.1549	0.0330	4.6890	0.000007
서울	0.3040	0.2900	1.0480	0.296510
부산	0.6490	0.2483	2.6130	0.010077
대구	0.9563	0.2578	3.7100	0.000311
인천	1.0070	0.2730	3.6900	0.000334
광주	1.1880	0.2461	4.8270	0.000004
대전	0.9508	0.2662	3.5710	0.000506
울산	0.9212	0.2450	3.7600	0.000261
경기	1.1100	0.2612	4.2510	0.000042
강원	1.9270	0.2465	7.8180	0.000000
충북	0.9341	0.2855	3.2720	0.001384
충남	1.6420	0.3117	5.2680	0.000001
전북	1.8470	0.2835	6.5170	0.000000
전남	1.0240	0.2537	4.0350	0.000095
경북	1.0850	0.2744	3.9540	0.000128
경남	1.1100	0.2523	4.4010	0.000023

$$\begin{aligned} \hat{y} = & 24.46 - 0.0003154(\text{총난알수}) - 0.1743(\text{피해율}) + 0.1549(\text{일조시간}) \\ & + 0.304(\text{서울}) + 0.649(\text{부산}) + 0.956(\text{대구}) + 1.007(\text{인천}) \\ & + 1.188(\text{광주}) + 0.951(\text{대전}) + 0.921(\text{울산}) \\ & + 1.110(\text{경기}) + 1.927(\text{강원}) + 0.934(\text{충북}) + 1.642(\text{충남}) \\ & + 1.847(\text{전북}) + 1.024(\text{전남}) + 1.085(\text{경북}) + 1.110(\text{경남}) \end{aligned}$$



〈표 1-21〉 가변수 회귀모형으로부터의 2009년도 천립중과 수량 예측

지 역	재배면적비율	실수량	총완전난알수	천립중 (예측)	수량 (예측)
서 울	0.00031	479	33,464	15.13	506
부 산	0.00448	488	30,984	15.70	487
대 구	0.00379	551	30,546	16.58	506
인 천	0.01444	469	29,191	16.55	483
광 주	0.00711	486	29,271	17.13	501
대 전	0.002	515	30,212	16.49	498
울 산	0.00706	481	28,550	16.88	482
경 기	0.10777	507	29,742	16.65	495
강 원	0.04403	518	27,463	18.20	500
충 북	0.05257	526	32,383	16.04	519
충 남	0.17533	568	33,328	16.46	549
전 북	0.15081	576	30,398	17.45	530
전 남	0.19974	492	28,442	16.98	483
경 북	0.13338	555	30,772	16.65	512
경 남	0.09715	521	30,323	16.79	509
제 주	0.00003	472	29,409	16.32	480
전 국	1.00000	534	30,349	16.849	512.253

### 3. 기상자료 적용기간의 지역별 차별화 및 추가 자료의 이용

9.15일 이전 기상자료를 이용한 모형과 9.30일까지의 기상자료를 이용한 모형의 설명력을 검토하였다. 검토결과, 경기, 강원, 경북을 제외한 지역은 9.30일까지의 기상자료를 이용하는 것이 천립중에 대한 설명력이 향상되는 것으로 나타났다. 한편, 2009년 자료를 추가한 후 비교분석한 결과 2008년까지의 자료를 이용한 모형과 유사하였다.

#### 가. 기상자료의 적용기간 차별화

2000~2008년까지의 8.15~9.14일 자료를 이용하여 구한 지역별 최적모형 결과는 <표 1-22>과 같다.

〈표 1-22〉 최종모형결과(2008년까지의 자료, 8.15~9.14일 평균자료)

지역	절편	총난알수	피해율	평균기온	일교차	일조시간	강우량	R <sup>2</sup>
서울	28.9608949	-0.0004408	-0.1094941					0.8678
부산	40.0153622	-0.0004380	-0.2578261	-0.5886219		0.7474917		0.9075
대구	28.0028370			-0.5239703		0.3319532		0.7255
인천	25.5453326	-0.0002891	-0.1479405					0.5666
광주*	28.2962025	-0.0005636				0.7884657	0.0566956	0.8462
대전	21.3774838	-0.0001960				0.2175379		0.4505
울산	25.8981117	-0.0003054	-0.2041654					0.6273
경기*	26.4079352	-0.0003776	-0.4139057			0.3013294	0.1084485	0.9332
강원*	16.9138718	-0.0004218			1.1971188		0.1960276	0.7749
충북	25.3647467			-0.4570780		0.2697863		0.8861
충남	16.6613111		-0.1323603			0.0784222		0.6903
전북	31.3332590			-0.7716870	0.4440210			0.8029
전남	39.7036187			-1.0883736	0.4396192			0.7992
경북	22.0848915			-0.3855984	0.3759099			0.9552
경남	26.3329153			-0.4623818	0.2239981			0.8780
제주	26.6839788	-0.0003596	-0.2388533					0.8428

\* 강우량 자료의 일부 결측치를 강우량 없음으로 수정한 후, 모형 선택한 결과로서 4절의 결과와 약간의 차이가 있음

\*\* 강원도는 8.1~9.14일 평균자료

\*\*\* 지역별 모든 가능한 회귀모형을 분석한 최종모형

경기, 강원, 경북은 등숙 기간을 9.30일로 연장하여 구한 결과, 오히려 난알무게에 대한 설명력이 떨어지는 것으로 나타났다(제주 및 특·광역시 제외). 광역시는 재배면적이 적어 비교분석 제외, <표 1-23> 참조).



〈표 1-23〉 최종모형결과(2008년까지의 자료, 8.15~9.30일 평균자료)

지역	절편	총난알수	피해율	평균기온	일교차	일조시간	강우량	R <sup>2</sup>
서울	28.9608949	-0.0004408	-0.1094941					0.8678
부산	35.4099253	-0.0006440	-0.3714403					0.6780
대구	20.3256100	0.0000913		-0.3166036		0.2599092		0.6610
인천	25.5453326	-0.0002891	-0.1479405					0.5666
광주	24.4317847	-0.0003636				0.5603808		0.8310
대전	20.7362477	-0.0001808				0.2447241		0.3119
울산	25.8981117	-0.0003054	-0.2041654					0.6273
경기	24.8845291	-0.0003977	-0.3838748		0.3863059		0.1001218	0.8963
강원	26.0790834	-0.0004671			0.4453124			0.7015
충북	35.9367199	-0.0003933	-0.2972666	-0.6704998	0.6102320		0.1632992	0.9682
충남	16.5902947		-0.1508869			0.0936304		0.7422
전북	30.4364992	-0.0005045	-0.3534417		0.2912708			0.8774
전남	13.0031721				0.4887338			0.8162
경북	14.4349198		-0.0956661		0.2717003			0.8057
경남	18.6029761		-0.0587723	-0.1497542	0.2423419			0.9285
제주	26.6839788	-0.0003596	-0.2388533					0.8428

주: 강원도는 8.1~9.30일 평균자료

#### 4. 추가자료를 이용한 모형의 검토

2009년 자료를 추가한 후 비교분석한 결과 2008년까지의 자료를 이용한 모형과 유사하였다(〈표 1-24〉 참조). 여기서 자세히 제시하지는 않으나 후기기상 변수의 추가는 통계적으로 유의하지 않았다(변수의 추가보다는 적용기간의 차별화가 유의함).

〈표 1-24〉 최종모형결과(2009년 자료 추가, 8.15~9.14일 평균자료)

지역	절편	총난알수	피해율	평균기온	일교차	일조시간	강우량	R <sup>2</sup>
서울	28.7436106	-0.0004331	-0.1118588					0.8945
부산	38.5660954	-0.0003971	-0.2425949	-0.5834920		0.7830168		0.9112
대구	24.9494412			-0.4111579		0.4212817		0.5914
인천	26.1618201	-0.0003080	-0.1887396					0.5883
광주	29.0737962	-0.0005859				0.7408454	0.0550897	0.8333
대전	21.2880594	-0.0001934				0.2218531		0.4760
울산	25.5572445	-0.0002926	-0.1978794					0.6342
경기	20.8398444	-0.0002650	-0.1504522		0.4097381		0.0523629	0.8895
강원	24.7021791	-0.0004365			0.5531483			0.5861
충북	23.9812737			-0.3922077		0.2439139		0.7561
충남	16.6602753		-0.1319822			0.0782198		0.8141
전북	14.9412845		-0.1263776		0.2876810			0.7203
전남	37.5002013			-0.9158100		0.2665451		0.7644
경북	20.1794130			-0.3287448	0.4567074			0.8972
경남	27.8489232			-0.5065767	0.1647662			0.7732
제주	26.7892977	-0.0003640	-0.2388720					0.8536

주: 강원도는 8.1~9.14일 평균자료

2009년 자료를 추가한 경우에도 경기, 강원, 경북은 등숙 기간을 9.30일로 연장하여 구한 결과, 오히려 낫알무게에 대한 설명력이 떨어지는 것으로 나타났다(제주 및 특·광역시는 재배면적이 적어 비교분석 제외, <표 1-25> 참조).



〈표 1-25〉 최종모형결과(2009년 자료 추가, 8.15~9.30일 평균자료)

지역	절편	총난알수	피해율	평균기온	일교차	일조시간	강우량	R <sup>2</sup>
서울	28.7436106	-0.0004331	-0.1118588					0.8945
부산	30.8167291	-0.0004774	-0.3274314					0.6449
대구	12.3734838				0.5509758			0.5712
인천	26.1618201	-0.0003080	-0.1887396					0.5883
광주	25.5102892	-0.0003985				0.5188699		0.8197
대전	20.4485288	-0.0001724				0.2577093		0.3336
울산	25.5572445	-0.0002926	-0.1978794					0.6342
경기	21.5883984	-0.0002655	-0.2636182		0.3431931		0.0503871	0.8229
강원	23.3068706	-0.0003796			0.5161903			0.5661
충북	18.9745777	-0.0001170	-0.1473585			0.2237216		0.8502
충남	15.8935459		-0.1457133			0.1691105	0.0366577	0.8553
전북	39.2694457	-0.0006047	-0.4331268	-0.1830012		0.2161227		0.8155
전남	13.0450525				0.4829111			0.8196
경북	13.3674867		-0.0848226		0.3934990			0.7477
경남	20.4224914		-0.0568992	-0.2104152	0.1881106			0.8531
제주	26.7892977	-0.0003640	-0.2388720					0.8536

주: 강원도는 8.1~9.30일 평균자료

## 5. 모형검토 요약

기상자료의 한계로 시도별 기상자료를 이용하였음에도 일조시간(또는 일교차)의 난알무게에 대한 설명력은 크고 분명하여 지역 가변수 모형보다 설명력에 있어서 우위에 있는 것으로 판단된다. 난알무게에 대한 품종의 효과는 기상 효과에 비해 상대적으로 작고 생산량 예측 시 상당부분 기 반영되고 있으나, 당해 연도의 급격한 변화에 대한 모니터링이 필요하고 장기적으로 품종특성수량을 이용한 모형연구 등이 검토될 필요가 있다. 경기, 강원, 경북은 8.15일에서부터(강원도는 8.1일부터) 9.15일 이전의 기상 자료를 이용하여 난알무게를 추정하는 것이 보다 설명력이 높고, 나머지 지역은 8.15일에서부터 9.30일까지의 기상자료를 이용하여 난알무게를 추정하는 것이 효과적이다.

### 가. 품종효과

2009년도에 다수확품종인 호품벼가 전체 재배면적의 9%(충남과 전북에서 약 70%)를 차지하면서 품종효과의 문제가 대두되었다. 그러나 다수확 품종인 동진1호, 남평벼 등이 호품벼로 변경된 경우가 많고, 예상량조사에서 난알수 실측으로 난알수에 대한 품종효과는 기 반영되며, 자료가 최신화되면서 난알무게에 대한 지역별 품종효과가 모형에 반영되고 있다. 한편, 당해 연도의 품종변화를 모형에 반영하기 위해서는 품종의 지역별 특성수량이 필요하고 이 변수가 지역별 모형에 추가설명력이 있는지 검토되어야 한다. 현재로서는 당해 연도의 품종변화를 모니터링하고 이를 정성적으로 분석하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

### 나. 지역 가변수를 이용한 모형의 예측력

최근 10년간의 평균자료를 이용한 지역별 회귀모형은 이용 자료의 크기에 있어서 모형의 안정성 문제가 제기될 수 있다. 그러나 일조시간, 총난알수, 피해율을 설명변수로 한 지역더미모형은 유의하였으나 이 모형으로 예측한 결과는 만족스럽지 못하다. 이는 지역별 가변수 모형은 각 설명변수의 공통계수를 이용하므로 설명력이 약화되는 것으로 판단된다. 한편, 지역별 회귀모형은 제주를 제외한 모든 도에서 일조시간이나 일교차가 설명변수로 채택되며 이용 자료의 크기가 크지는 않으나 각 지역별로 설명력이 높아 유용성이 있는 것으로 판단된다.

### 다. 기상자료 적용기간의 차별화

난알무게에 영향을 주는 기상의 적용기간을 9.15일 이전으로 하느냐, 9.30일까지 하



느냐의 문제가 제기된 바 있다. 9.15일 이전 기상 자료를 이용하여 얻은 최종모형과 9.30일까지의 기상 자료를 이용하여 구한 최종모형을 비교분석한 결과, 경기, 강원, 경북은 9.15일 이전 기상자료를 이용하여 구한 모형이 그 지역의 낫알무게를 추정하는 데 더 설명력이 있는 것으로 나타났으며 그 외의 지역은 9.30일까지의 자료를 이용한 모형의 설명력이 비슷하거나 향상되었다. 따라서 등숙기의 지역별 차별성을 고려한 지역별 회귀모형을 이용하여 낫알 무게를 추정하는 것이 바람직하다.

### 라. 추가자료의 이용

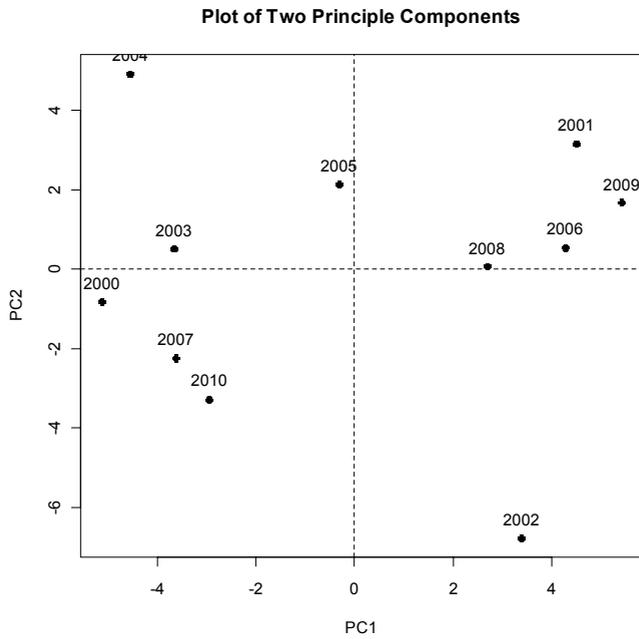
2009년 자료를 추가한 후 비교분석한 결과 2008년까지의 자료를 이용한 모형과 유사하였다. 또한 2009년 자료를 추가하여 비교분석한 결과, 2008년까지의 자료를 이용한 모형과 동일하게 경기, 강원, 경북 외는 9.30일까지의 자료를 이용한 모형의 설명력이 향상되었다. 한편, 후기 기상 변수의 추가보다는 낫알무게에 영향을 주는 기상의 적용기간을 지역별로 차별화하는 것이 유의한 것으로 판단된다.

## 제6절 추정 모형의 적용

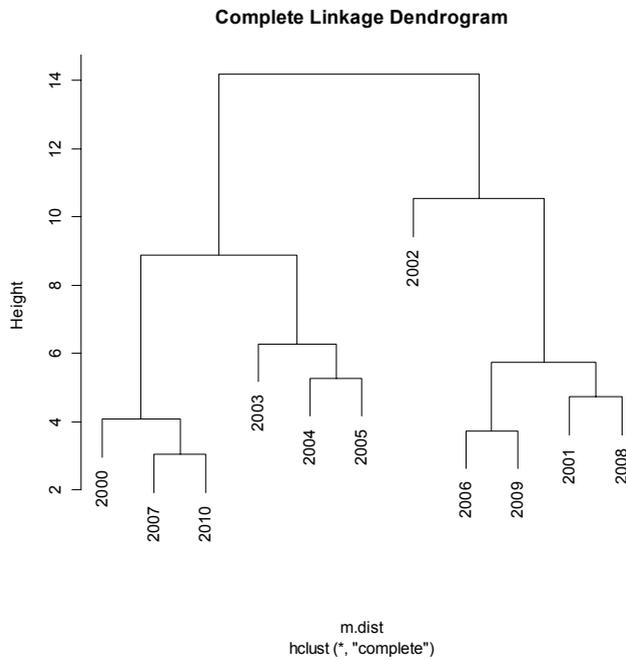
이 절에서는 2010년 예상생산량조사의 실측자료와 기상자료를 제안 모형에 실제 적용하고 단위당 수량 및 총 생산량을 추정한다. 본 절에서는 우선 기상자료와 예상생산량조사자료를 입수하여 지역별로 기상 및 실측자료를 모형에 이용할 수 있도록 자료처리를 하고, 군집분석을 통해 기상조건이 유사한 연도의 천립중을 이용한 쌀 생산량을 추정한다. 그리고 앞 절에서 2009년 자료로 최신화한 모형에 2010년 자료를 적용하여 단위당 수량 및 쌀 생산량을 추정하고 지역별 천립중의 예측신뢰구간 추정을 이용하여 쌀 생산량의 구간 추정값을 제시한다.

### 1. 유사연도의 천립중을 이용한 쌀 생산량 예측

벼 생육단계는 크게 분얼기(6.1~7.14), 유수형성기(7.15~8.14), 등숙기(8.15~9.30)로 나눌 수 있다(전국 평균치로 함). 각 생육단계기간별 평균 기온, 강우량, 일조시간을 고려하였다. 2000년 이후 9개의 변수(3개의 생육기간, 3개의 기상요소)를 주성분 분석 후 가장 큰 주성분 2개의 산점도 분석과 군집분석한 결과, 2007년도와 가장 유사한 기상을 보인다([그림 1-30], [그림 1-31] 참조).



[그림 1-30] 올해 생육기상과 유사한 연도 도출을 위한 주성분 산점도



[그림 1-31] 최장연결법에 의한 덴드로그램



<표 1-26>은 각 지역별 생육단계의 기간을 나타낸다(특히 경기, 강원 분얼기가 빠름). 지역별 생육단계의 기간을 사용하여 각 지역별 유사 연도를 도출하고 지역별 10a당 생산량을 예측하고 재배면적으로 가중 평균한 결과, 10a당 생산량은 467kg으로 예측되었다(<표 1-27> 참조). 최근 품종의 변화와 재배기술의 진보 등을 고려하여 지역별 낱알 무게에 0.2g을 추가하면 473kg의 결과를 얻을 수 있다.

<표 1-26> 지역별 생육단계의 기간\*

	분얼기		유수형성기		등숙기	
전국	6.1	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30
서울	5.27	7.20	7.21	8.20	8.21	9.30
부산	6.12	7.15	7.16	8.15	8.16	9.30
대구	6.6	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30
인천	5.27	7.20	7.21	8.20	8.21	9.30
광주	6.12	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30
대전	6.1	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30
울산	6.12	7.15	7.16	8.15	8.16	9.30
경기	5.27	7.20	7.21	8.20	8.21	9.30
강원	5.27	7.2	7.3	8.2	8.3	9.23
충북	5.30	7.12	7.13	8.12	8.13	9.30
충남	6.1	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30
전북	6.6	7.11	7.12	8.11	8.12	9.30
전남	6.12	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30
경북	6.6	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30
경남	6.12	7.15	7.16	8.15	8.16	9.30
제주	6.12	7.14	7.15	8.14	8.15	9.30

\* 농촌진흥청 자료를 이용하여 추산

〈표 1-27〉 지역별 유사 연도를 이용한 10a당 생산량 예측

	재배면적 (ha)	1m <sup>2</sup> 당 완전 난알수	생육기상 유사 연도	유사 연도의 천립중(g)	예상 10a당 생산량 (kg)	유사 연도의 천립중+0.2	예상 10a당 생산량 (kg)
전국	886,516	28,300	2007	16.5	467	16.7	473
서울	267	26,333	2003	15.2	400	15.4	406
부산	3,644	28,708	2005, 2007	17.4	500	17.6	505
대구	3,217	28,012	2000	16.6	465	16.8	471
인천	12,588	29,443	2000, 2003	16.45	484	16.65	490
광주	6,182	27,113	2006	14.6	396	14.8	401
대전	1,628	29,241	2002, 2008	17.25	504	17.45	510
울산	6,341	27,912	2001	17.9	500	18.1	505
경기	95,894	26,333	2003	16	421	16.2	427
강원	38,809	25,535	2000	17.6	449	17.8	455
충북	46,758	29,131	2000	16	466	16.2	472
충남	156,456	30,261	2007	16.6	502	16.8	508
전북	134,123	28,540	2000	17	485	17.2	491
전남	180,163	26,635	2000, 2007	16.5	439	16.7	445
경북	116,472	30,011	2000	16.1	483	16.3	489
경남	83,950	27,755	2007	16.7	464	16.9	469
제주	24	20,903	2003	15.8	330	16	334



## 2. 지역별 중회귀모형을 이용한 쌀 생산량 예측

지역별 특성을 고려한 천립중 추정을 위해 지역별 중회귀 모형을 설정하였다. 최근 10년간(2000~2009)의 각 16개 시도별 실측요소(총완전날알수, 평균피해율), 기상요소(기온, 일교차/일조시간, 강우량)를 이용하여 지역별 천립중을 추정하고 쌀 생산량을 예측하였다. 강원도의 기상자료는 8.1~9.14일, 경기도는 8.15~9.14일, 나머지 지역은 8.15~9.30일까지의 평균 자료이다. 지역별 모든 가능한 회귀모형으로부터 최적모형을 선택하여 2010년 실측요소와 기상요소를 대입하여 올해의 천립중을 추정하였다(<표 1-28>, <표 1-29> 참조). 모든 도에서 일조시간(또는 일교차)이 가장 영향력이 큰 설명변수로 선택되며 상당한 설명력을 가진다. 한편, 지역별 등숙기를 고려하여 기상적용기간을 지역별로 달리 적용하여 설명력을 향상시켰다. 추정모형에 의하면, 2010년도 10a당 쌀 생산량은 475kg으로 예상된다(<표 1-30> 참조). 쌀 생산량은 10a당 쌀 생산량과 재배면적을 곱하여 산정되므로 생략하였다.

<표 1-28> 최종모형결과

지역	절편	총날알수	피해율	평균기온	일교차	일조시간	강우량	R <sup>2</sup>
서울	28.7436106	-0.0004331	-0.1118588					0.8945
부산	30.8167291	-0.0004774	-0.3274314					0.6449
대구	12.3734838				0.5509758			0.5712
인천	26.1618201	-0.0003080	-0.1887396					0.5883
광주	25.5102892	-0.0003985				0.5188699		0.8197
대전	20.4485288	-0.0001724				0.2577093		0.3336
울산	25.5572445	-0.0002926	-0.1978794					0.6342
경기	20.8398444	-0.0002650	-0.1504522		0.4097381		0.0523629	0.8895
강원	24.7021791	-0.0004365			0.5531483			0.5861
충북	18.9745777	-0.0001170	-0.1473585			0.2237216		0.8502
충남	15.8935459		-0.1457133			0.1691105	0.0366577	0.8553
전북	39.2694457	-0.0006047	-0.4331268	-0.1830012		0.2161227		0.8155
전남	13.0450525				0.4829111			0.8196
경북	13.3674867		-0.0848226		0.3934990			0.7477
경남	20.4224914		-0.0568992	-0.2104152	0.1881106			0.8531
제주	26.7892977	-0.0003640	-0.2388720					0.8536

주: 경기도는 8.15~9.15일 평균 기상자료, 강원도는 8.1~9.15일 평균 기상자료를 이용함

〈표 1-29〉 2010년 재배면적, 실측자료, 기상자료(8.15~9.30일 평균자료)

시도	재배면적	완전난알수	피해율	평균기온	평균 일교차	평균 일조시간	평균 강우량
서울특별시	267	-	-	23.2745	6.9404	4.3149	22.1213
부산광역시	3,644	28,708	3.7500	25.5340	6.0574	6.7426	4.5745
대구광역시	3,217	28,012	4.5588	25.1957	9.1170	5.0085	8.5319
인천광역시	12,588	29,443	2.7778	22.8894	6.8096	5.0415	17.8064
광주광역시	6,182	27,113	3.6000	25.0702	7.9404	4.5830	7.6979
대전광역시	1,628	29,241	2.9545	23.6574	7.5000	4.5277	9.1468
울산광역시	6,341	27,912	2.3529	24.5340	8.5681	6.2489	4.4787
경기도*	95,894	26,333	9.4363	24.7812	7.3701	3.4471	18.8768
강원도*	38,809	25,535	7.2727	24.7329	7.2773	3.2242	13.2942
충청북도	46,758	29,131	3.5753	22.8234	8.6952	4.1654	11.7537
충청남도	156,456	30,261	4.6734	23.4255	8.1762	4.6881	11.5294
전라북도	134,123	28,540	2.2399	23.6726	8.9134	4.7228	9.6529
전라남도	180,163	26,635	3.5282	24.4174	7.7702	5.2209	8.5085
경상북도	116,472	30,011	2.2153	22.7868	9.2250	4.6323	7.2277
경상남도	83,950	27,755	2.5735	24.3201	8.8487	5.3452	8.9842
제주도	24	20,903	15.4167	25.8638	5.4000	5.9856	8.6351
전국	886,516	28,300					



〈표 1-30〉 지역별 회귀모형을 통한 천립중 추정 및 10a당 생산량 예측

	재배면적 (ha)	1m <sup>2</sup> 당 완전난알수	천립중(예측)	10a당 생산량(예측)
전국	886,516	28,300	16.8	475
서울	267	26,333**	16.28	429
부산	3,644	28,708	15.88	456
대구	3,217	28,012	17.40	487
인천	12,588	29,443	16.57	488
광주	6,182	27,113	17.08	463
대전	1,628	29,241	16.58	485
울산	6,341	27,912	16.92	472
경기	95,894	26,333	16.45*	433
강원	38,809	25,535	17.58*	449
충북	46,758	29,131	15.97	465
충남	156,456	30,261	16.43	497
전북	134,123	28,540	17.73	506
전남	180,163	26,635	16.80	447
경북	116,472	30,011	16.81	504
경남	83,950	27,755	16.82	467
제주	24	20,903	15.50	324

\* 경기, 강원은 9월 15일 이전 자료를 이용한 모형으로부터 예측

\*\* 서울의 완전난알수는 경기도의 완전난알수로 대체함

### 3. 지역별 천립중 및 쌀 생산량 구간추정

각 지역별 천립중의 95% 신뢰구간을 구하고 이를 근거로 지역별 10a당 생산량의 하한과 상한을 계산한 후, 지역별 재배면적으로 가중 평균한 결과 전국 10a당 생산량은 447~504kg(475±28kg)으로 구간 추정되었다(<표 1-31> 참조).

<표 1-31> 천립중 및 10a당 생산량 예측신뢰구간 추정

	1m <sup>2</sup> 당 완전난알수	천립중 (예측하한)	천립중 (예측상한)	10a당 생산량 (하한)	10a당 생산량 (상한)
전국	28,300	15.8	17.8	447	504
서울	26,333	14.758	17.810	389	469
부산	28,708	13.551	18.217	389	523
대구	28,012	16.313	18.481	457	518
인천	29,443	15.491	17.646	456	520
광주	27,113	16.139	18.031	438	489
대전	29,241	15.427	17.723	451	518
울산	27,912	15.816	18.032	441	503
경기	26,333	14.802	18.100	390	477
강원	25,535	15.850	19.315	405	493
충북	29,131	15.341	16.601	447	484
충남	30,261	15.884	16.972	481	514
전북	28,540	16.025	19.433	457	555
전남	26,635	16.284	17.311	434	461
경북	30,011	15.884	17.735	477	532
경남	27,755	16.225	17.422	450	484
제주	20,903	14.104	16.895	295	353



## 4. 결과 보정

모형은 재배기술의 변화, 시비량의 변화, 품종의 변화 등 단기간의 변화가 모형에 직접 반영되지 않을 수 있다. 첫 모형 추정치의 위험을 최소화하기 위해 모형 추정결과에 현장조사결과를 반영하였다. 모형결과 475kg과 예상량조사결과 495kg의 단순평균치 485kg으로 보정하는 안과 당해 연도의 다수확 품종효과를 추가 반영한 489kg으로 보정하는 안을 제시하였다(<표 1-32 참조>).

<표 1-32> 예상 생산량 결과 보정

	천립중 (모형예측)	예상 10a당 생산량 (kg)	천립중 (조사결과)	예상 10a당 생산량 (kg)	1) 천립중 (현장조사 결과반영)	예상 10a당 생산량 (kg)	2) 천립중* (품종효과 추가반영)	예상 10a당 생산량 (kg)
전국	16.8	475	17.5	495	17.2	485	17.3	489
서울	-	-	-	-	-	-	-	-
부산	15.88	456	16.96	487	16.42	471	16.42	471
대구	17.40	487	17.92	502	17.66	495	17.66	495
인천	16.57	488	15.73	463	16.15	475	16.15	475
광주	17.08	463	17.48	474	17.28	469	17.28	469
대전	16.58	485	16.65	487	16.61	486	16.61	486
울산	16.92	472	16.59	463	16.79	469	16.79	469
경기	16.45	433	16.82	443	16.64	438	16.64	438
강원	17.58	449	17.94	458	17.76	454	17.76	454
충북	15.97	465	16.79	489	16.38	477	16.54 (16.38+0.16)	482
충남	16.43	497	17.12	518	16.76	507	17.04 (16.76+0.28)	516
전북	17.73	506	18.61	531	18.17	519	18.41 (18.17+0.24)	525
전남	16.80	447	17.87	476	17.33	462	17.45 (17.33+0.12)	465
경북	16.81	504	17.16	515	16.98	510	17.02 (17.16+0.04)	511
경남	16.82	467	17.94	498	17.38	482	17.54 (17.38+0.16)	487
제주	15.50	324	16.27	340	15.88	332	15.88	332

\* 2010년 품종특성수량은 2009년보다 약 2kg 증가(실제수량은 2배로 4kg 증가 예상), 천립중 1g의 증가를 해당 도에 비례배분

## 5. 모형적용 요약

지역별 특성을 고려한 천립중(난알무게) 추정을 위해 지역별 중회귀모형을 설정하고 이 모형에 실측정보와 기상정보를 대입하여 천립중과 10a당 생산량을 추정한 결과, 475kg으로 추정되었다. 그리고 천립중의 95% 예측신뢰구간을 추정하고 10a당 생산량을 구간 추정한 결과 475±28kg으로 추정되었다. 보정된 결과로 485kg, 489kg을 제시하였으며, 2010년 실제 수확량은 483kg인 것으로 조사되었다.

### 가. 유사 연도의 천립중을 이용한 쌀 생산량 추정

올해 기상과 가장 유사한 연도를 도출하고 해당 연도의 천립중을 이용하여 쌀 생산량을 추정하였다. 올해의 벼 생육기상(분얼기, 유수형성기, 등숙기의 기온, 강우량, 일조시간)과 유사한 연도를 도출한 결과, 전국은 2007년과 유사한 것으로 추정되었다. 지역별 유사 연도의 천립중 정보를 이용한 10a당 생산량 예측결과는 467kg으로 나타났다. 이 결과는 2007년의 천립중을 사용하므로 최근 품종이나 재배기술의 변화가 고려되지 않는다. 최근 품종의 변화와 재배기술의 진보 등의 추세를 고려하여 지역별 난알무게에 0.2g을 추가하면 473kg의 결과를 얻을 수 있다.

### 나. 지역별 회귀모형 적용 및 추정결과

최근 10년간(2000-2009)의 각 16개 시도별 실측요소(총완전난알수, 평균피해율), 기상요소(기온, 일교차/일조시간, 강우량)를 이용하여 지역별 천립중을 추정하고 쌀 생산량을 예측하였다(기상적용기간은 지역별로 차별화하여 적용함). 지역별 모든 가능한 회귀모형으로부터 최적모형을 선택하여 2010년 실측요소와 기상요소를 대입하여 올해의 천립중을 추정하였다. 지역별로 적용기간이 차별화된 지역별 중회귀모형에 의한 결과, 올해의 10a당 쌀 생산량은 475kg으로 예상되었다.

### 다. 쌀 예상생산량의 신뢰구간 추정

지역별 중회귀모형을 통한 천립중의 95% 예측신뢰구간을 구하고, 이를 이용하여 10a당 생산량의 상한과 하한을 결정하였다. 전국 수준 천립중의 95% 예측하한은 15.8g, 예측 상한은 17.8g이며, 이를 이용한 10a당 생산량의 구간추정값은 475±28kg이다.



## 제7절 결론

흔히 농사는 하늘이 짓는다고 말한다. 이는 한 해의 결실이 근본적으로 하늘(天氣)에 달려있다는 말일 것이다. 따라서 정확한 수확량의 예측은 지역 기상자료가 절대적으로 필요하고 나아가 기상의 정확한 예측이 선행되어야 한다. 본 연구는 기존 난알무게에 대한 주관적 판단이 기상여건이 좋을 때 이를 제대로 반영하지 못한다는 점에서 출발하였다. 즉 수량결정요인의 하나인 난알 무게(천립중)를 기존 주관적인 방법에서 벗어나 통계적 모형에 근거하여 객관적으로 추정하고자 하였다.

앞에서 살펴보았듯이 난알무게는 일반적으로 출수일부터 약 30-40일까지의 기상환경에 대부분 영향을 받는다(물론 전체수량은 수확하기까지의 기상변동에 따라 영향을 받는다). 따라서 예상량조사 때의 실측자료와 지역별 대표출수일부터 예상량조사 때까지의 기상자료에 근거하여 천립중의 예상치를 제시하고 궁극적으로 생산량을 추정하고자 하였다. 2008년까지의 자료를 이용한 모형을 통해 2009년을 예측한 결과 통계적 모형에 의한 추정은 유용한 것으로 나타났으며 2007년까지의 자료를 이용하여 2008년을 예측한 결과 역시 유의하였다. 한편, 2010년 실수확량 결과는 483kg으로 나타나 모형에 의한 결과(475kg)는 기상이 이례적으로 좋을 때뿐만 아니라 기상이 이례적으로 좋지 않을 경우에도 생산량을 바람직한 방향으로 추정하였다. 본 연구의 주요 검토결과는 다음과 같이 정리될 수 있다.

### 1. 주요결과 요약

#### 가. 시계열 자료의 추가 및 표본자료 활용도

품종 및 기술의 변화 등을 통제하고 최근 경향을 반영시키기 위해 최근 10년간의 자료를 이용하였다. 짧은 시계열에도 불구하고 지역별 중회귀 모형은 모두 유의하며 기상요소가 유의미한 변수로 채택되었다. 또한 지역별 신뢰구간 추정에서 거의 모든 시도의 실수확량이 구간 추정 범위 안에 있어 신뢰구간 추정값은 유용한 것으로 나타났다. 지역별 모형예측의 결과는 예상량조사 결과보다 모형예측이 지역별로도 우위에 있음을 확인하였다.

한편, 2000년 이전의 일부 자료는 도별 집계자료이며 광역시의 추가로 현재의 시도별 자료와 일치하지 않아 자료의 처리가 우선적으로 필요하다는 문제점이 있다. 또한 본 연구에서는 각 포구별 포기수, 이삭수, 난알수, 피해율과 각 관측소별 기상자료를 시도별로 집계하여 이용하였다. 즉 시도별 천립중을 시도별 실측요소와 기상요소로 추정하였다. 시군구 단위의 정확한 기상자료(일조시간 등)가 없어 시군별 천립중 추정은 불가능하다. 내삽(interpolation)에 의한 기상자료는 우리나라의 경우 지형의 변화가 심해 정확

성이 떨어져 권고되지 않는다. 아울러 시군구 단위는 표본수가 작아 광역시 및 제주도의 모형과 같이 의미 있는 기상변수를 찾지 못할 가능성이 있다.

이용 자료수가 작다는 단점에 대해서는 각 지역을 가변수(dummy variable)로 처리하여 회귀모형을 고려해 볼 수 있다. 이는 모형의 자유도를 크게 하여 안정성을 높일 수는 있으나 천립중의 예측력은 떨어지는 것으로 나타났다. 가변수 회귀는 각 설명변수에 대해 지역적으로 동일한 기울기를 갖는다는 것을 가정하기 때문이다. 천립중의 지역별 회귀의 목적은 지역별 특성을 고려하여 모형예측력을 높이고자 함이다.

## 나. 다공선성의 문제

설명변수 중 기상변수는 서로 상관성이 높아 다공선성(multicollinearity) 문제가 야기될 수 있다. 투입된 설명변수 중 일교차와 일조시간은 선형 상관성이 매우 높아 다공선성 문제를 일으키고 있어 두 개의 변수가 동시에 선택된 모형은 배제하였으며 선택된 모든 모형에 대해 다공선성의 문제가 있는지를 검토하였다. 모든 설명변수를 포함한 모형, 일조시간만 제거한 모형, 일교차만 제거한 모형에서 단계선택법에 의해 모형을 일차적으로 선택하였으며, 모든 가능한 회귀모형을 고려하여 지역별로 가장 적합한 최적모형을 선택하여 지역별 모형설명력을 향상시켰다.

한편 다공선성이 예측에 문제가 되지는 않으나 회귀계수의 논리적 일관성을 고려하여 모형을 결정하였다. 특히 지역별 모형에서 8개 도 모두 일교차나 일조시간이 포함되어 있어 모형이 안정적임을 보여주고 있다. 경기·강원은 총난알수, 일교차, 강우량이, 충청도는 평균기온과 일조시간, 영·호남은 평균기온과 일교차가 설명변수로 채택되어 전국이 획적으로 삼등분되어 지역별로 특성을 보이고 있다. 특·광역시 및 제주도는 그 재배면적이 작아 그 영향력이 작다.

## 다. 모형의 유용성 검토

자료의 수가 많으면 데이터를 두 개로 분할하여 하나는 모형에 설정하고 나머지 데이터를 가지고 모형의 유용성을 검증하는 자료로 사용할 수 있으나 표본의 크기가 작아 2개 연도에 축차적으로 유용성을 검증하였으며 그 결과 모형에 의한 예측은 기존 주관적 추정에 의한 예상량조사 방법보다 전국수준에서 뿐만 아니라 지역별로도 우위에 있음을 확인하였다. 추정의 속성상 지역 간 실제 순위와는 차이가 있을지라도 각 지역별 추정은 대부분 95% 예측신뢰구간 내에 들어간다.

한편, 2008년, 2009년과 달리 2002년도는 기상이 좋지 않았으며 수확량을 상향 추정하였던 해이다. 2002년도 자료를 제외한 나머지 자료를 가지고 모형을 설정하여 2002년



도 자료를 추정한 결과 모형은 유의하였으며 예측결과 또한 크게 벗어나지 않았다. 2010년 역시 기상이 이례적으로 좋지 않은 해임에도 바람직한 방향으로 추정되었음을 확인할 수 있었다.

## 라. 품종 효과

각 지역의 대표 품종에 대한 출수기 정보를 이용하여 기후자료의 적용기간을 결정하였으나 품종이 낱알의 무게에 영향을 줄 수 있어 앞으로 품종이 모형에 삽입될 필요성이 있다. 그러나 현재 조사 자료에서는 기타로 구분되는 품종으로 인해 정확하게 최신 품종의 변화가 감지되지 못하고 있다. 예를 들어 다수확의 원인 중 하나로 보는 호품벼의 증가가 생산량조사 자료에서 파악이 되지 않는다.

관계기관의 자료에 의하면 2009년 전국 재배품종 중 호품벼가 전체 9%(주로 충남, 전북이 약 70%)로 급격하게 상승하였다. 그러므로 예상량조사 때 낱알수가 실측되어 낱알수가 많은 호품벼의 품종효과가 일정부분 반영되었다고 볼 수 있다. 즉 다수확 품종 중 낱알수가 많이 달리는 품종은 실측 시 낱알수가 관측이 되어 문제가 없으나 낱알이 크거나 무거운 품종인 경우가 고려되어야 할 것이다.

그런데 기존 다수확 품종인 동진1호, 남평벼 등이 호품벼로 갈아타는 경우가 많다. 또한 충남과 전라도 지역 이외에는 품종의 변화가 크지 않으므로 품종효과를 기대하기는 어렵다. 더욱이 제시된 모형에서는 지역별 천립중 자료가 최신화되면서 낱알무게에 대한 지역별 품종효과가 시차를 두고 반영된다.

하나의 대안으로 전국 재배품종의 구성변화가 표본조사필지의 재배품종의 구성변화와 일치한다는 가정하에서 품종별 재배면적으로 가중평균한 연도별·지역별 10a당 수량(시험결과)을 보조변수로 이용할 수 있을 것이다(<부록 8> 참조).

## 마. 기상자료의 적용기간

본 연구에서는 각 지역의 대표품종과 출수기 정보를 이용하여 8.15일부터(강원도는 8월 1일부터) 9.14일까지의 기상요소를 이용하였다. 그런데 적용기간을 연장하여 9.30일까지의 기상요소를 이용하면 9.14일까지의 자료를 이용한 모형과 비교할 때 설명력이 좋아지는 지역이 있는가 하면 오히려 나빠지는 지역도 존재한다.<sup>26)</sup> 예상량조사(9월 15일 기준)의 실측자료와의 일관성을 고려한다는 면에서나 모형의 단순성, 그리고 시의성에 있어서 9.14일까지의 기상자료를 이용하는 모형이 적절할 것으로 판단되나 예상량조

26) 분석결과, 강원도(8월 1일부터), 충청북도와 경상북도(8월 15일부터)는 9.14일까지, 나머지 지역은 9.30일 까지의 자료를 이용하는 것이 좀 더 예측력을 높일 것으로 판단된다

사 이후와 공표직전까지의 기상의 변동이 있는 경우 가용한 자료를 이용하여 분석하는 것이 정도를 높일 수 있을 것이다. 한편 최근 지구온난화로 인해 이앙기와 출수기가 늦어지고 있어 추후 기상 적용기간에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 바. 시나리오에 따른 예측

예상량조사 후의 기상조건의 양호나 불량 등 기상 시나리오에 따라 공표를 하는 것은 사용자에게 통계조사의 결과에 대한 이해를 돕는데 필요한 방향으로 생각되나 실질적인 문제해결은 아닌 것으로 판단된다. 본 연구에서의 천립중에 대한 추정방법은 9월 중순까지의 실측정보와 기상정보를 바탕으로 이루어지는 예측으로 단순히 기후변화에 따른 예측과는 다르다. 이는 10월 이후 기상 시나리오에 대한 작성이 모호하며 시나리오에 따른 결과가 실제 값을 벗어난 경우에 그 책임 부담이 오히려 가중된다.

태풍이 있을 때와 없을 때를 나타내는 가변수의 이용은 지역별 모형에서는 자료 크기가 작아 유의한 결과를 도출하기 어렵다. 또한 이미 피해율과 기상자료가 태풍이 있을 때와 없을 때를 반영하고 있기 때문에 설명력이 크게 좌우되지는 않을 것이다. 더욱이 태풍의 횡수, 또는 태풍의 세기나 간접 영향 등 태풍의 유무를 실제적으로 나누는 문제도 쉽지 않으며 태풍이 발생한 시기도 중요하다(<부록 9>, <부록 10> 참조).

일본의 사례에서 본 바와 같이 예상량조사 이후의 기상변화에 따라 작황이 변화한다는 점을 명시하는 것이 더 바람직할 것으로 판단된다. 일본에서도 후기 예측기상자료를 이용하려는 시도가 있었으나 예측자료의 정확성이 떨어져 그 결과가 좋지 않았으며 여유를 둔 수량추정은 계속 연구 검토되어야 할 것으로 보고한 바 있다.

한편 본 연구에서는 지역별로 예측신뢰구간을 설정하고 이를 재배면적으로 가중평균하여 전국 예상치에 대한 예측신뢰구간을 제시하였다. 이는 모형에서 과거의 기상변화를 지역별로 고려했다고 볼 수 있다. 예상량조사 시기까지의 실측정보와 기상정보가 거의 유사할지라도 수확량이 그 이후의 기상에 따라 달라지는 자료가 이미 포함되어 각 지역별로 그러한 변화를 고려하고 있다고 할 수 있다. 다시 말해 일종의 지역별 기상 시나리오에 따라 여유를 둔 수량 예측치를 제시한 것이다.

## 사. 실측자료의 한계

우리는 예상생산량조사에서 완전난알수는 실측되어 있으므로 난알의 무게를 추정하고자 하였다. 난알의 무게는 품종, 시비량, 재배기술 등의 변화에 따른 차이도 있어 이러한 요인에 대한 완전한 반영은 어렵기 때문에 오차가 발생할 수 있다. 즉 현재 주어진 자료를 이용하여 생산량을 추정하여야 하는 바 통계적 모형의 추정은 한계를 갖는다.



천립중이 실측이 아닌 실사 후 역산으로 구한 천립중이라는 점 또한 본 연구의 한계이다. 더욱이 앞으로 예상량조사 때 완전난알수를 추정할 결과에 토대한 천립중으로 2008년까지의 자료와 정합성이 단절된다. 따라서 과거자료와의 정합된 자료를 이용하기 위해서는 실수확 시 유효완전난알수를 실측할 필요가 있다.

한편, 현재 예상량조사 때 포기수, 유효이삭수, 완전난알수, 천립중을 실측 또는 추정하여 단위면적당 예상생산량을 추산하고 있는데 포기수와 이삭수는 수확기 때까지 큰 변동은 없으나 완전난알수와 천립중은 불확실한 요소이다. 예상량 때 완전난알수로 추정된 난알수는, 기상이 좋으면 불완전하다고 판단된 난알수도 완전난알로 바뀌어 그 수가 달라질 수 있다는 말이다. 그러므로 완전난알수도 사실 미확정요소로 추정되어야 할 항목이다.

## 2. 결론

본 연구는 수확량조사 전에 실시하는 예상수확량조사 결과와 전국 수확량을 추정하기 위한 수확량조사 결과와의 차이를 줄이는 것이 연구 목적이다. 기존에는 예상량조사에서의 난알수는 실측되었으나 난알무게는 주관적으로 추정하였다. 특히 태풍이 있었던 과거를 염두에 두고 천립중을 보수적으로 추정하였다. 출수기 이후 약 30-40일 정도의 기상이 난알무게에 많은 영향을 주므로 만일 이 출수기 이후의 기상이 반영되면 객관적인 천립중이 제시될 수 있고 이를 토대로 예상량을 결정할 수 있었다. 그러나 정확한 단위면적당 생산량의 예측을 위해서는 또 하나의 수량결정요소인 난알수 즉, 포기수, 유효이삭수, 완전난알수의 정확한 관측이 우선되어야 한다. 왜냐하면 예상수확량은 난알수(실측)에 난알무게(추정)를 곱하여 추산하기 때문이다.

한편 일본은 철저한 실측을 기반으로 하고 있으며 각 수량예측 부문에서 최대한 실측을 상세하고 철저히 하고 또 통계적으로 천립중을 추정함에도 불구하고 관계기관의 수집된 정보에 의해 마지막으로 조정되는 부분이 있다. 지역정보와 실측정보, 경험을 이용한 주관적 추정과 더불어 자료에 근거한 통계적 모형에 의한 천립중 추정, 그리고 관계기관의 수집된 정보 등을 종합하여 판단하여야 할 것이다.

예상량조사 이후 기상변화에 대한 정확한 예보가 없는 한 예상량조사의 결과가 수확량조사의 결과와 꼭 일치할 수는 없다. 그러나 본 연구에서는 실측자료와 기상자료를 이용하여 객관적인 천립중 예상치를 제시하고자 하였으며 통계적 모형에 의한 예상량 추정방법의 유용성을 확인하였다. 한편, 선택된 모형은 과거자료를 가장 잘 설명하는 것이기는 하지만 불확실한 미래를 항상 정확하게 예측한다고 보장할 수는 없다. 그러나 통계적 추정방법은 통계자료에 근거한 객관적인 추정이라는 점에서 장기적이고 지속적 안목

을 갖고 모형 연구가 진행되어야 할 것이다.

이상의 통계적인 추정방법에 의한 쌀 예상량의 추정 방법을 통해 통계신뢰가 회복되고 농업정책결정에 있어서 신속하고 정확한 기초자료를 제공할 수 있는 하나의 방법으로 활용될 수 있기를 기대한다.



## 참고문헌

- 통계청(2008), 작물 생산량조사 요령, 행정 간행물.
- 통계청(2009), 농작물 생산량조사 요령, 행정 간행물.
- 통계청(2009), 2009년 쌀생산량조사결과, 보도자료.
- 통계청(2009), 쌀 생산량조사 개선방안, 내부자료.
- 농촌진흥청 국립식량과학원(2009), 2009년 등숙기 기상경과와 쌀 수량, 내부자료.
- 통계청(2010), 쌀 예상 생산량 모형개발을 위한 자문회의, 내부자료.
- 강창완 외(2000), “쌀 예상 생산량 추정방법에 대한 연구”, 응용통계연구, 13(2), 329-341.
- 김정호(1998), “쌀 단수의 변동과 전망”, 농촌경제, 21(1), 33-44.
- 김창국 외(2002), “최대계계선을 이용한 벼 수량의 기상반응분석과 수량 예측”, 한국농림기상학회지, 4(3), 164-168.
- 박홍규 외(2002), “기상조건에 따른 벼 최적 출수기 및 수량예측”, 한국국제농업개발학회지, 20(4), 320-330.
- 서울대학교 복잡계통계연구센터(2005), 면적 및 생산량조사 표본설계, 농림부 국립농산물 품질관리원 연구용역.
- 식용작물학I, 박순직·이종훈(2004), 한국방송통신대학편집부.
- 윤진일 외(2001), “기상자료 공간내삽과 작물 생육모의기법에 의한 전국의 읍면 단위 쌀 생산량 예측”, 한국농림기상학회지, 3(1), 37-43.
- 조경숙 외(1999), “일기상자료에 의한 읍면별 벼 작황진단 및 쌀 생산량 예측”
- 장석환(2000), “주요 식량작물의 생산량 예측모형에 관한 연구”, 한국데이터정보과학회지, 11(1), 47-55.
- Myers(1990), Classical and Modern Regression with Applications, 2nd ed., PWS-KENT.
- 日本 農林水産省 統計部, 논벼수확량조사체계
- 水稻平年收量等に關する研究會(2001), 水稻平年收量等に關する研究會報告
- 기상청 홈페이지: <http://www.kma.go.kr>
- 농업진흥청 국립식량과학원 홈페이지: <http://www.nics.go.kr>
- 日本 農林水産省, 農林水産統計 홈페이지: <http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>

## <부 록>

### <부록 1> 일본 예상수확량 조사의 개요

#### 1. 조사의 목적

본 조사는 작물통계 조사의 경작면적조사 및 논벼조사 가운데 예상수확량조사로서 실시하고, 논벼의 경작면적, 작황상황·예상수확량을 밝히는 것으로, 생산 대책, 수급조정, 경영안정 대책, 기술지도 등의 농림수산행정추진을 위한 자료로 하는 것을 목적으로 하고 있다.

#### 2. 조사의 대상

조사는 전국의 각 도도부현(都道府縣)을 대상으로 조사를 시행하고 있다. 한편, 전국 농업지역의 구분은 다음과 같다.

전국농업지역	소속 도도부현(都道府縣)명
홋카이도(北海道)	홋카이도(北海道)
토호쿠(東北)	아오모리(靑森), 이와테(岩手), 미야기(宮城), 아키타(秋田), 야마가타(山形), 후쿠시마(福島)
호쿠리쿠(北陸)	니가타(新潟), 도야마(富山), 이시카와(石川), 후쿠이(福井)
간토(關東)· 히가시야마(東山)	이바라기(茨城), 도치기, 군마(群馬), 사이타마(埼玉), 지바(千葉), 도쿄(東京), 가나가와(神奈川), 야마나시(山梨), 나가노히가시(長野東)
東海	기후(岐阜), 시즈오카(靜岡), 아이치(愛知), 미에(三重)
긴키(近畿)	시가(滋賀), 교토(京都), 오사카(大阪), 효고, 나라(奈良), 와카야마(和歌山)
쥬고쿠(中國)	돗토리(鳥取), 시마네(島根), 오카야마(岡山), 히로시마(廣島), 야마구치(山口)
시코쿠(四國)	도쿠시마(德島), 가가와(香川), 에히메(愛媛), 고치(高知)
큐슈(九州)	후쿠오카(福岡), 사가(佐賀), 나가사키(長崎), 구마모토(熊本), 오이타(大分), 미야자키(宮崎), 가고시마(鹿兒島)
오키나와(沖繩)	오키나와(沖繩)



### 3. 조사 대상수

#### (1) 경작면적조사

표본단위구: 32,180단위구, 순회·견적 :1,778시읍면

#### (2) 예상 수확량 조사

작황표본필: 10,285필, 작황기준필: 619필, 순회·견적 :1,778시읍면

### 4. 조사 사항

논벼의 경작면적, 이삭수의 다소, 벳수의 다소 등의 생육 상황, 등숙상황, 피해상황, 경중상황

### 5. 조사 기간

(1) 경작면적조사: 7월15일 현재

(2) 예상 수확량 조사: 10월15일 현재

### 6. 조사 방법

#### (1) 경작면적조사

조사는, 표본단위구에 대한 직원 및 통계 조사원에 의한 실측조사 및 직원에 의한 순회·견적에 의해 시행한다.

#### (2) 예상수확량조사

조사는, 작황표본필, 작황기준필 및 피해조사필에 대한 직원에 의한 실측조사 및 작황기준필결과에 근거하는 순회·견적에 의해 시행

### 7. 집계방법

#### (1) 경작면적조사

대지표본실측조사 결과 및 순회·견적 결과에 의해 정리하고 있다.

## (2) 예상 수확량

조사 사항에 대해서, 작황표본필조사 결과를 집계하고, 작황기준필결과에 근거하는 순화·견적에 의해 보완해서 정리하고 있다.

## 8. 용어의 해설

- ① 「이삭패기 전에 벼를 베는 일」이란, 자실 생산 이전에 수확되는 것으로, 사료용 등으로서 이용할 수 있는 것이다. 한편, 이삭패기 전에 벼를 베는 일에는, 벼발효 조사료(【홀쿠룻푸사이레지】), 지푸라기 전용 벼 등을 포함한다.
- ② 「작황지수」는, 10a당 평년수량에 대한 10a당 예상수량의 비율이다.
- ③ 「10a당 평년수량」은, 논벼의 재배를 시작하기 이전에, 그 해의 기상의 전환이나 피해의 발생 상황 등을 평년 수준으로 간주하고, 최근의 재배 기술의 진보의 정도나 작부 변동 등을 고려하고, 실수입량의 추세를 바탕으로 작성한 그 해에 예상되는 10a당 수량을 말한다.

## 9. 이용상의 주의

본 조사(10월 15일 현재)는, 수확을 마친 지역에서는 베어내 실측에 의해 행하지만, 일부수확을 끝내고 있지 않은 지역에서는 벼수, 등숙상황 등을 실측하고, 그 후의 등숙에 대해서는 기상이 평년 수준에 전환하는 것으로서 추정하는 방법에 의해 행한다. 따라서, 금후의 기상조건에 의해 작황은 변동할 수 있다.

10. 기타 본 조사에 관한 확정 값은, 「2009년 생산 논밭벼의 수확량」으로서 12월 상순에 공표할 예정이다.



## <부록 2> 일본 수확량조사의 개요

### 1. 조사의 목적

본 조사는 작물통계조사의 경작면적조사 및 벼조사(논벼·밭벼)의 수확량조사로서 실시하고, 논밭벼의 경작면적, 작황상황, 수확량을 밝히는 것에 의해, 생산 대책, 수급조정, 경영 안정 대책, 기술지도, 공제사업의 적절한 운영 등의 농림수산행정 추진을 위한 자료로 하는 것을 목적으로 하고 있다.

### 2. 조사의 대상

조사는 전국의 각 도도부현(都道府縣)을 대상에 조사를 행하고 있다. 한편, 전국농업 지역의 구분은 다음과 같다.

전국농업지역	소속 도도부현(都道府縣)명
홋카이도(北海道)	홋카이도(北海道)
토호쿠(東北)	아오모리(青森), 이와테(岩手), 미야기(宮城), 아키타(秋田), 야마가타(山形), 후쿠시마(福島)
호쿠리쿠(北陸)	니가타(新潟), 도야마(富山), 이시카와(石川), 후쿠이(福井)
간토(關東) · 히가시야마(東山)	이바라기(茨城), 도치기, 군마(群馬), 사이타마(埼玉), 지바(千葉), 도쿄(東京), 가나가와(神奈川), 야마나시(山梨), 나가노히가시(長野東)
東海	기후(岐阜), 시즈오카(靜岡), 아이치(愛知), 미에(三重)
긴키(近畿)	시가(滋賀), 교토(京都), 오사카(大阪), 효고, 나라(奈良), 와카야마(和歌山)
쥬고쿠(中國)	돗토리(鳥取), 시마네(島根), 오카야마(岡山), 히로시마(廣島), 야마구치(山口)
시코쿠(四國)	도쿠시마(德島), 가가와(香川), 에히메(愛媛), 고치(高知)
규슈(九州)	후쿠오카(福岡), 사가(佐賀), 나가사키(長崎), 구마모토(熊本), 오이타(大分), 미야자키(宮崎), 가고시마(鹿兒島)
오키나와(沖繩)	오키나와(沖繩)

### 3. 조사 대상수

#### (1) 경작면적조사

【가】 논벼 표본 단위구 :32,180 단위구, 순회·견적 :1,778시읍면

【나】 발벼

관계단체조사			순회 견적 시읍면수
단체수	회수수	회수율	
43	43	100.0%	1,778

#### (2) 수확량 조사

【가】 수도작황표본필: 10,285필, 작황기준필: 876필, 순회·어림잡아 :1,778시읍면

【나】 발벼

관계단체조사			표본경영체조사					
단체수	회수수	회수율	모집단 경영체수	표본수	추출율	회수수	회수율	집계수
24	24	100%	7,450	670	9.0%	495	73.9%	202

순회·정보수집: 1,778시읍면

관계단체조사는 조사 대상작물의 집하를 행하고 있는 모든 농협(農協) 등의 관계 단체에 대하여 조사를 실시하고 있고 전수조사이다.

표본경영체 조사의 표본 추출, 2005년 농림업 센서스에 있어서, 조사 대상작물을 판매 목적에서 농작물을 경작하는 농림업 경영체를 무작위로 추출(모집단명부를 경작면적 순으로 나란히 정리하고, 설정한 경작면적 규모별의 표본 수에 따라서 등간격 추출방법(계통추출법에 의해 추출)한 것이다.

### 4. 조사 사항

#### (1) 경작면적조사

논발벼: 경작면적

#### (2) 수확량 조사

【가】 논벼: 등숙상황, 10a당 수량, 피해상황, 피해종류별 피해면적·피해량, 경종조건등

【나】 발벼: 10a당 수량 및 수확량



## 5 조사 기간

### (1) 경작면적조사

【가】 논벼: 7월 15일 현재

【나】 밭벼: 수확기

### (2) 수확량 조사

논밭벼: 수확기

## 6. 조사 방법

### (1) 경작면적조사

【가】 논벼표본단위구에 대한 직원 및 통계 조사원에 의한 실측조사 및 직원에 의한 순회·견적 및 정보수집에 의해 시행한다.

【나】 밭벼관계 단체에 대한 왕복우송조사, 직원에 의한 순회·어림잡아 및 정보수집에 의해 시행한다.

### (2) 수확량 조사

【가】 논벼작황표본필, 작황기준필 및 피해조사필에 대한 직원에 의한 실측조사 및 작황기준필결과에 근거하는 순회·견적에 의해 행한다.

【나】 밭벼관계 단체 및 표본경영체에 대한 왕복우송조사 및 직원에 의한 순회·정보수집에 의해 시행한다.

## 7. 집계방법

### (1) 경작면적조사

【가】 논벼대지표본실측조사 결과, 순회·견적 결과 및 정보수집 결과에 의해 정리하고 있다.

【나】 밭벼관계단체조사 결과, 순회·견적 결과 및 정보수집 결과에 의해 산출하고 있다.

### (2) 수확량 조사

【가】 논벼조사 사항에 대해서, 작황표본필조사 결과를 집계하고, 작황기준필결과에

근거하는 순회·견적에 의해 보완해서 정리하고 있다.

【나】 발벼조사 대상작물의 단체취급수량(단체과약 점유율 대체로 80%을 기준)에 따르고, 관계 단체조사 결과 또는 표본경영체조사 결과(필요에 응해서 순회·정보수집 결과에 의해 보완)에 의해 산출한 10a당 수량을 경작면적에 곱해서 산출하고 있다.

## 8. 용어의 해설

- ① 이삭패기 전에 벼를 베는 것은, 자실 생산 이전에 수확되는 것으로, 사료용 등으로서 이용할 수 있는 것이다. 한편, 이삭패기 전에 벼를 베는 일에는, 벼발효 조사료(【홀쿠룻푸사이레지】), 지푸라기 전용 벼 등을 포함한다.
- ② 작황지수는 10a당 평년수량에 대한 10a당 수량의 비율이다.
- ③ 10a당 평년수량은 수도의 재배를 시작하기 이전에 그 해의 기상의 전환이나 피해의 발생 상황 등을 평년 수준으로 간주하고, 최근의 재배 기술의 진보의 정도나 작을 붙임 변동 등을 고려하여 실수입량의 추세를 바탕으로 작성한 그 해에 예상되는 10a당 수량을 말한다.
- ④ 10a당 평균 수량대비는 10a당 평균 수량(과거 7개년의 실적값 중, 최고, 최저를 제외한 5개년의 평균치)과 올해 생산의 10a당 수량과의 대비를 말한다.
- ⑤ 피해면적은 농작물에 손상을 생기게 하고 그 피해가 발생하지 않았다고 가정했을 경우에 예상되는 수량으로부터 수입 감소한 면적을 말한다.
- ⑥ 피해량은, 농작물의 재배가 개시되고 나서 수납될 때까지의 기간에 재해 등에 의해 손상이 생기고, 그 피해가 발생하지 않았다고 가정했을 경우에 예상되는 수량보다 수입 감소한 양을 말한다.

## 9. 기타

이 자료에 게재한 조사 결과의 상세한 것은 2010년 6월 간행 예정의 『경지 및 경작면적통계』 및 2010년 10월 간행 예정의 『작물통계』에 게재한다.

자료: 日本 農林水産省, 農林水産統計 홈페이지: <http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>



### <부록 3> 기상관측지점 일람표

지점명	지점번호	주소
속초기상대	90	강원도 고성군 토성면 봉포리 111-3번지
철원기상대	95	강원도 철원군 갈말읍 군탄리 964-2
동두천기상대	98	경기도 동두천시 생연동 산51-1
문산기상대	99	경기도 파주시 문산읍 운천리 103-17
대관령기상대	100	강원도 평창군 도암면 횡계3리 산1-133호
춘천기상대	101	강원도 춘천시 우두동 406-1호 춘천기상대
백령도기상대	102	인천광역시 옹진군 백령면 연화리 산232-1호 백령도기상대
강원지방기상청	105	강원도 강릉시 용강동 63-2호
동해기상대	106	강원도 동해시 용정동 227-3호 동해기상대
서울기상관측소	108	서울특별시 종로구 송월동 1번지 서울기상관측소
인천기상대	112	인천광역시 중구 전동 25번지 인천기상대
원주기상대	114	강원도 원주시 명륜동 218번지 원주기상대
울릉도기상대	115	경상북도 울릉군 울릉읍 도동리 186-3 울릉도기상대
수원기상대	119	경기도 수원시 권선구 서둔동 208-16 수원기상대
영월기상대	121	강원도 영월군 영월읍 하송리 322 영월기상대
충주시상대	127	충청북도 충주시 안림동 521-5번지
서산기상대	129	충청남도 서산시 수석동 188번지 서산기상대
울진기상대	130	경상북도 울진군 울진읍 연지리 143-16호
청주기상대	131	충청북도 청주시 흥덕구 북대동 265-14 청주기상대
대전지방기상청	133	대전광역시 유성구 구성동 22번지
추풍령기상대	135	충청북도 영동군 추풍령면 관리 205 추풍령기상대
안동기상대	136	경상북도 안동시 운안동 433-1 안동기상대
상주기상대	137	경상북도 상주시 낙양동 산 32-3호 상주기상대
포항기상대	138	경상북도 포항시 남구 송도동 311-8 포항기상대
군산기상대	140	전라북도 군산시 내홍동 425-10호 군산기상대
대구기상대	143	대구광역시 동구 신암1동 716-1
전주기상대	146	전라북도 전주시 완산구 남노송동 515 전주기상대
울산기상대	152	울산광역시 중구 북정동 315-4번지
마산기상대	155	경상남도 마산시 가포동 산1-117번지
광주지방기상청	156	광주광역시 북구 운암동 산1번지
부산지방기상청	159	부산광역시 중구 대청동1가 9번지
통영기상대	162	경상남도 통영시 정량동 844번지 통영기상대
목포기상대	165	전라남도 목포시 연산동 726-3번지 목포기상대
여수기상대	168	전라남도 여수시 고소동 304
흑산도기상대	169	전라남도 신안군 흑산면 예리 산72-2 흑산도기상대
완도기상대	170	전라남도 완도군 군외면 불목리 26 완도기상대
진도기상대	175	전라남도 진도군 의신면 사천리 산1-6번지 진도기상대

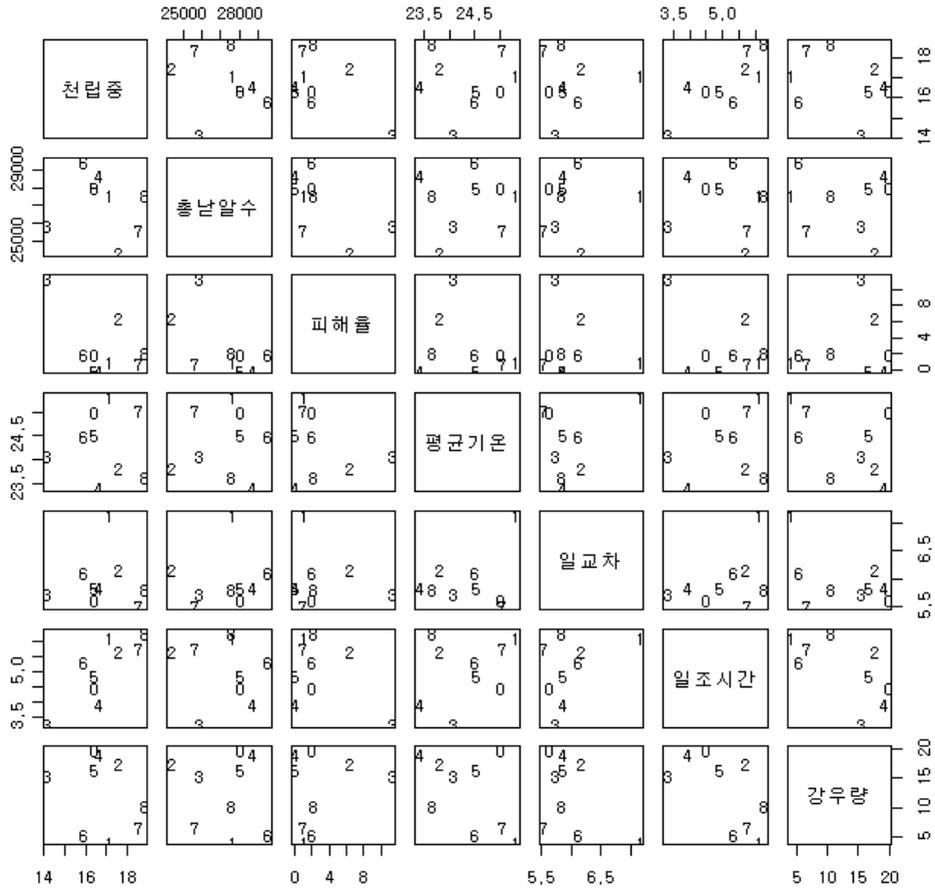
지점명	지점번호	주소
제주지방기상청	184	제주도 제주시 건입동 1123-13번지 제주기상청
고산기상대	185	제주도 북제주군 한경면 고산리 3762번지 제주고층기상대
성산포기상관측소	187	제주도 서귀포시 성산읍 신산리
서귀포기상대	189	제주도 서귀포시 서귀동 538 서귀포기상대
진주기상대	192	경상남도 진주시 초전동 426번지
강화기상관측소	201	인천광역시 강화군 불은면 삼성리 811-1 강화기상관측소
양평기상관측소	202	경기도 양평군 양평읍 양근리 192-25호 양평관측소
이천기상관측소	203	경기도 이천시 부발읍 신하3리 287-5번지 이천기상관측소
인제기상관측소	211	강원도 인제군 인제읍 남북리 462-1 인제기상관측소
홍천기상관측소	212	강원도 홍천군 홍천읍 연봉리 466-9
태백기상관측소	216	강원도 태백시 황지동 49-84호 태백관측소
제천기상관측소	221	충청북도 제천시 신월동 348번지 제천기상관측소
보은기상관측소	226	충청북도 보은군 보은읍 성주리 61번지 보은기상관측소
천안기상관측소	232	충청남도 천안시 신방동 645-1 천안기상관측소
보령기상관측소	235	충청남도 보령시 요암동 132-1번지 보령기상관측소
부여기상관측소	236	충청남도 부여군 부여읍 가탑리 395-1번지 부여기상관측소
금산기상관측소	238	충청남도 금산군 금산읍 아인리 134-5 금산기상관측소
부안기상관측소	243	전라북도 부안군 행안면 역리 315-1번지 부안기상관측소
임실기상관측소	244	전라북도 임실군 임실읍 이도리 265-3번지
정읍기상관측소	245	전라북도 정읍시 상동 362-1번지
남원기상관측소	247	전라북도 남원시 대산면 수덕리 353-1호 남원기상청
장수기상관측소	248	전라북도 장수군 장수읍 선창리 373-3 장수기상관측소
순천기상관측소	256	전라남도 순천시 주암면 구산리 781
장흥기상관측소	260	전라남도 장흥군 장흥읍 축내리 271-11
해남기상관측소	261	전라남도 해남군 해남읍 남천리 175-1
고흥기상관측소	262	전라남도 고흥군 고흥읍 행정리 산16번지
봉화기상관측소	271	경상북도 봉화군 춘양면 의양3리 218-3
영주기상관측소	272	경상북도 영주시 풍기읍 성내리 240-55
문경기상관측소	273	경상북도 문경시 유곡동 603-2
영덕기상관측소	277	경상북도 영덕군 영해면 성내2리 233번지 영덕기상관측소
의성기상관측소	278	경상북도 의성군 의성읍 원당리 6-4
구미기상관측소	279	경상북도 구미시 남동동 363-73 구미기상관측소
영천기상관측소	281	경상북도 영천시 망정동 216-2 영천기상관측소
거창기상관측소	284	경상남도 거창군 거창읍 김천리 169-9번지 거창기상관측소
합천기상관측소	285	경상남도 합천군 합천읍 합천리 129-4 기상관측소
밀양기상관측소	288	경상남도 밀양시 내이동 1073-3번지 밀양관측소
산청기상관측소	289	경상남도 산청군 산청읍 지리 311번지 산청관측소
거제기상관측소	294	경상남도 거제시 신현읍 장평리 770-27호
남해기상관측소	295	경상남도 남해군 이동면 다정리 797-2호

자료: 기상청



## 2. 부산광역시

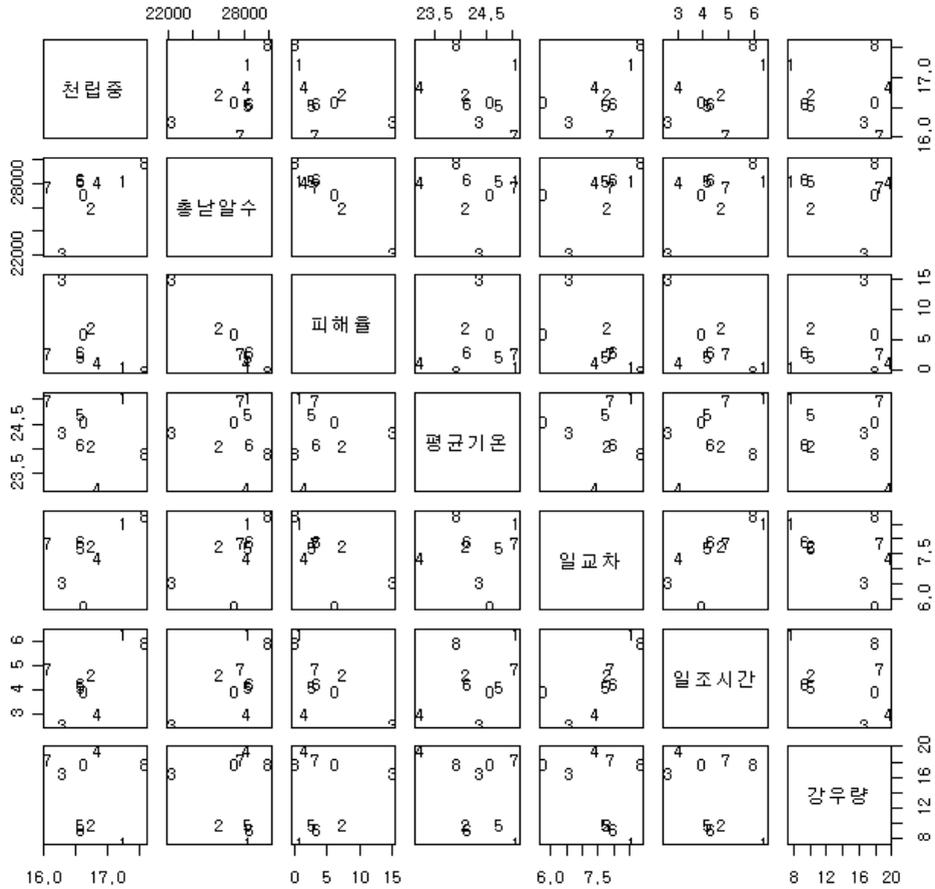
### 부산광역시





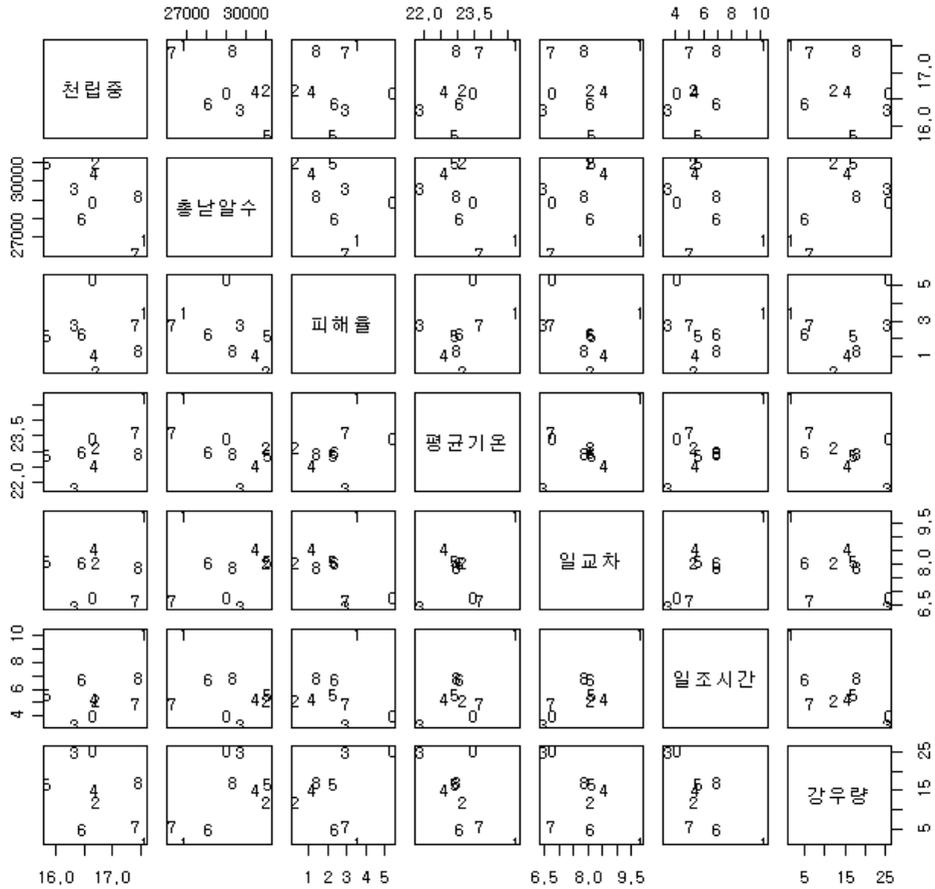
### 3. 대구광역시

#### 대구광역시



## 4. 인천광역시

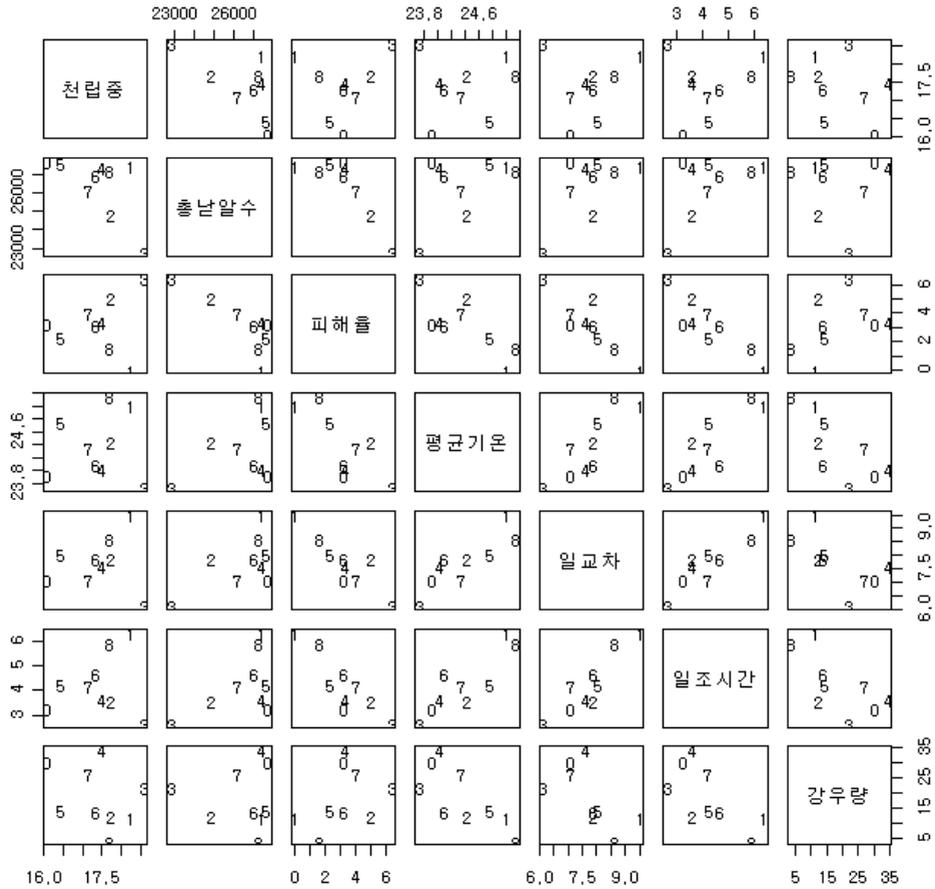
### 인천광역시





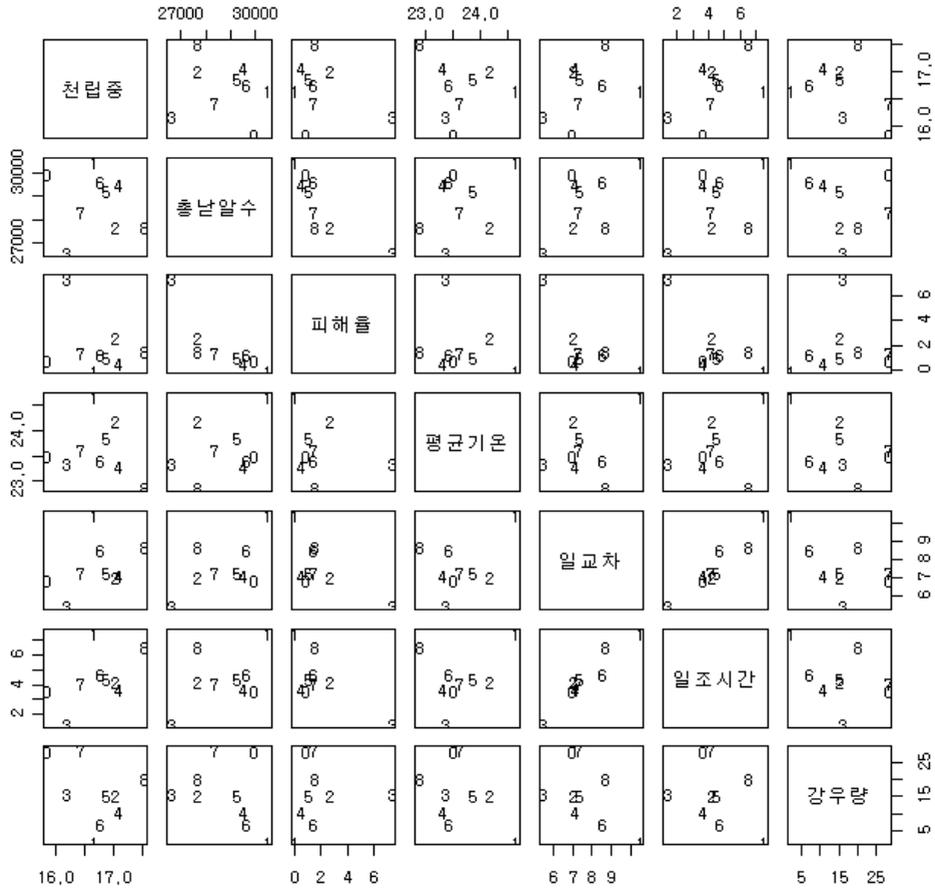
5. 광주광역시

광주광역시



## 6. 대전광역시

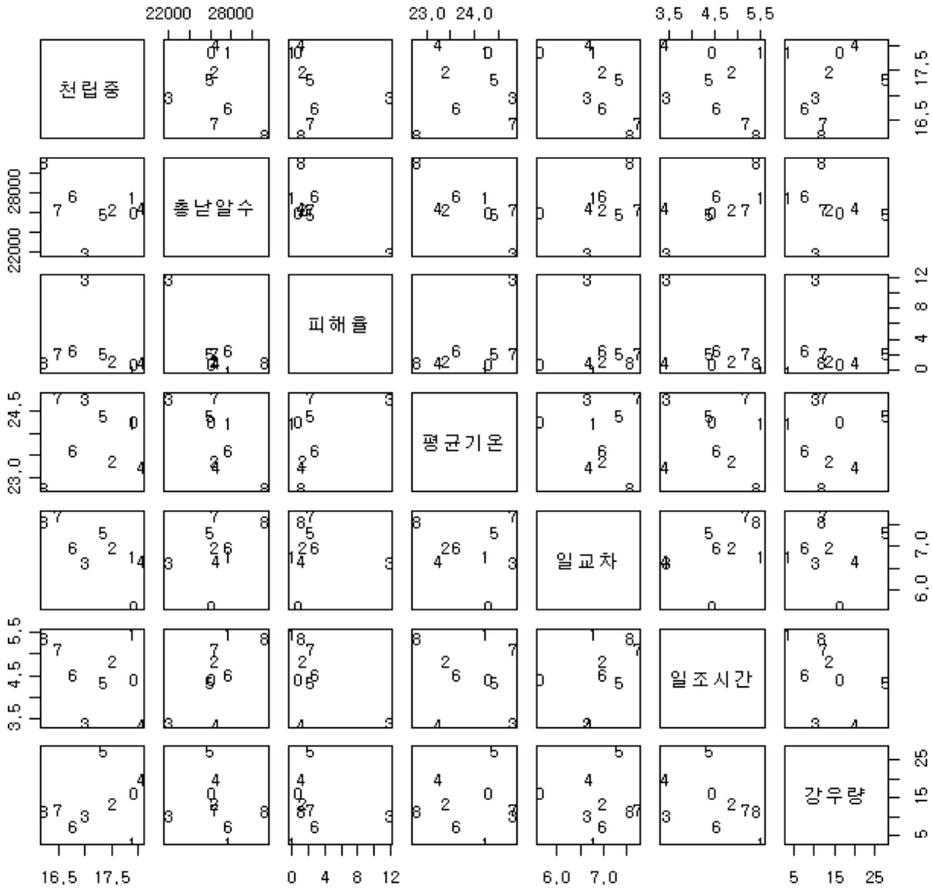
### 대전광역시





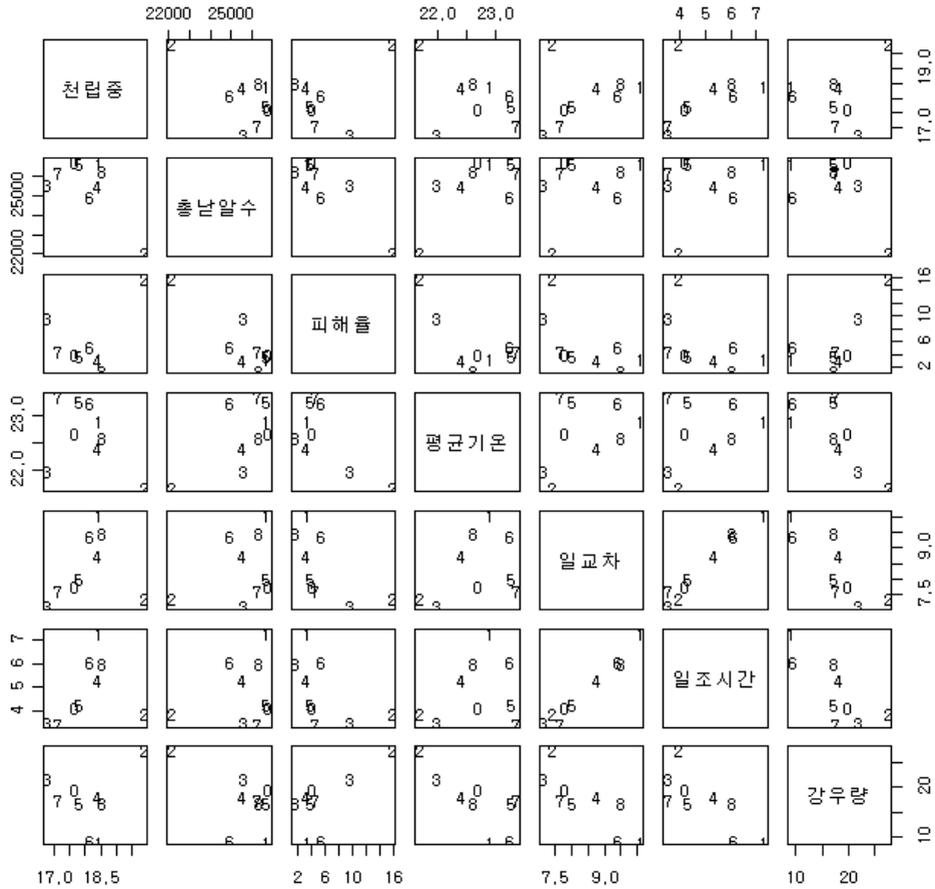
7. 울산광역시

울산광역시



## 8. 강원도

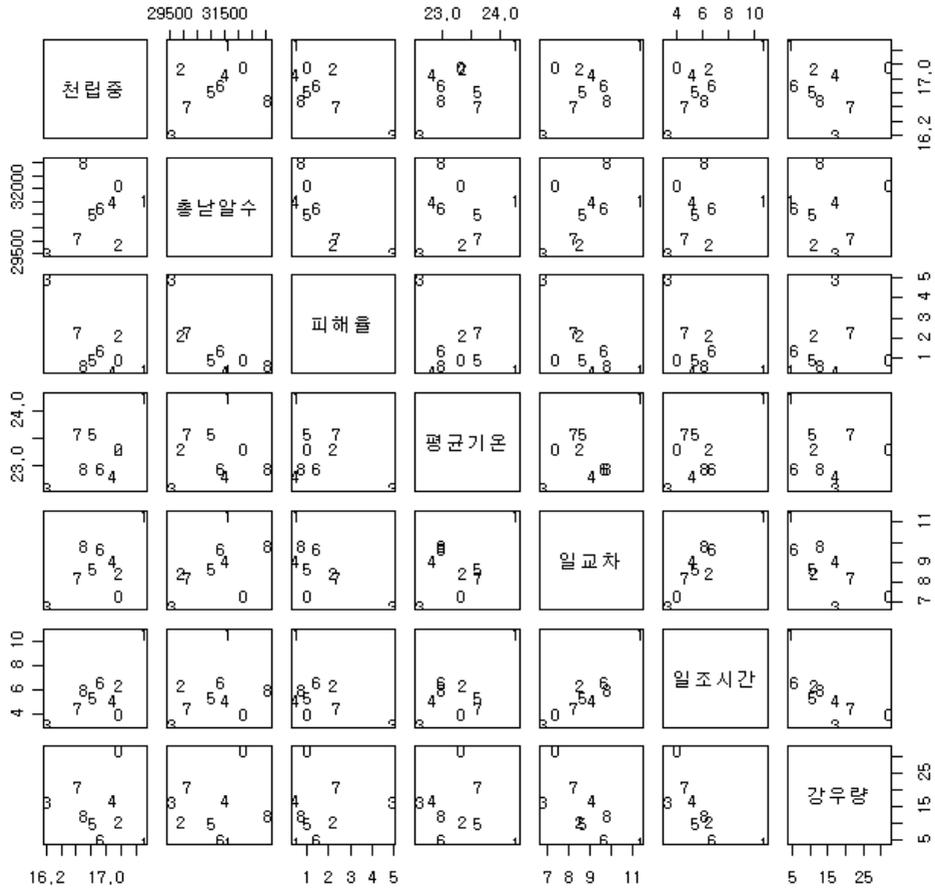
### 강원도





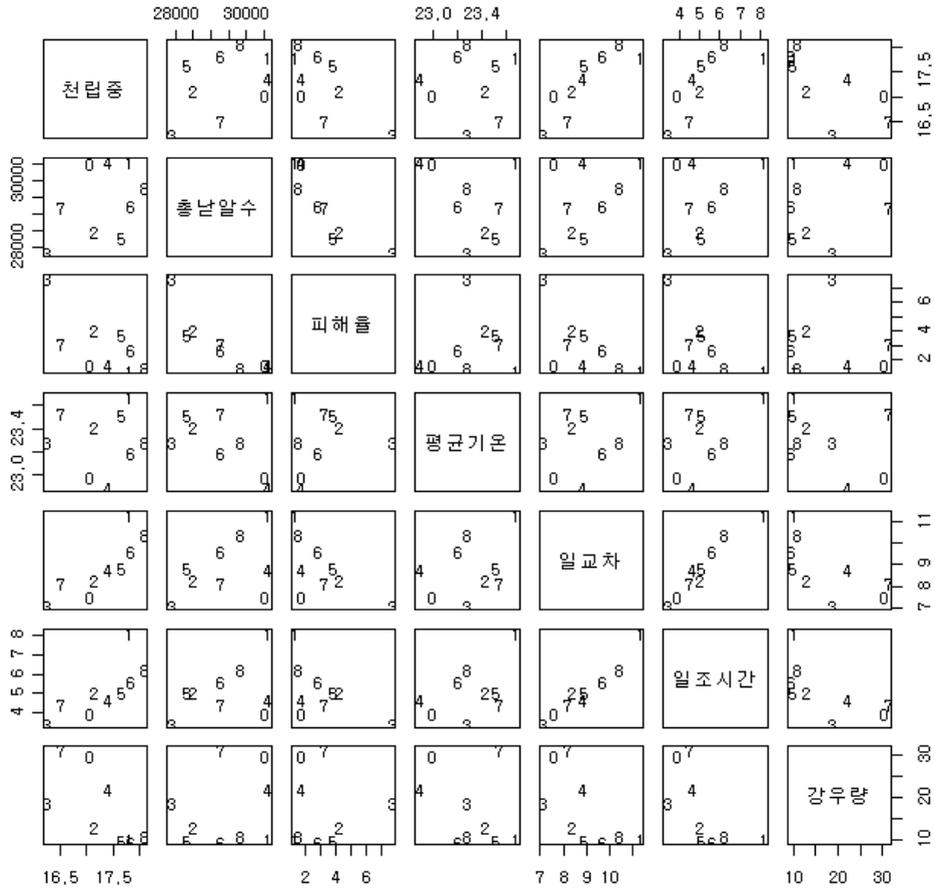
9. 충청남도

충청남도



## 10. 전라북도

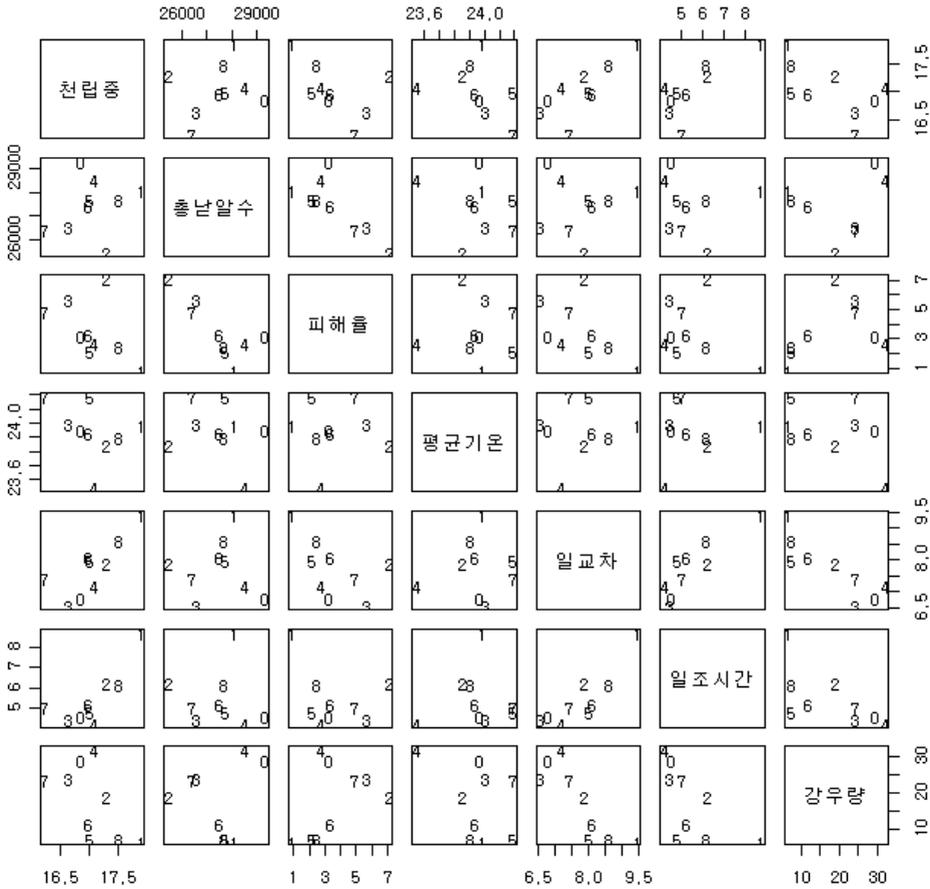
### 전라북도





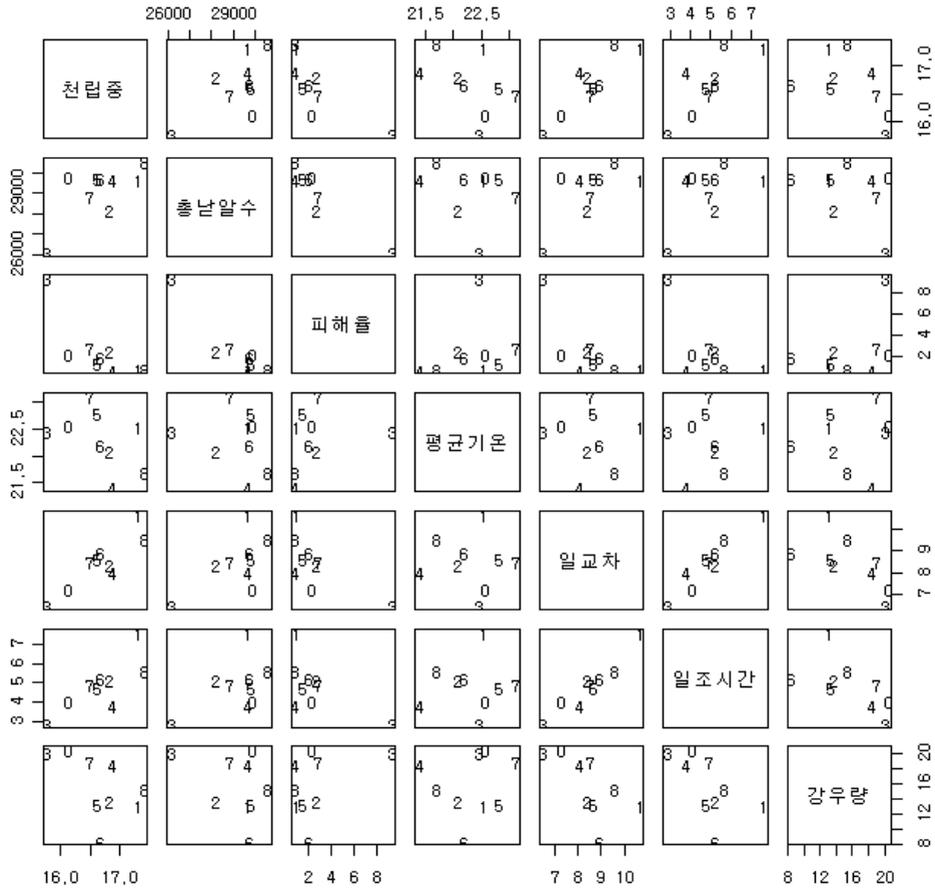
11. 전라남도

전라남도



## 12. 경상북도

### 경상북도



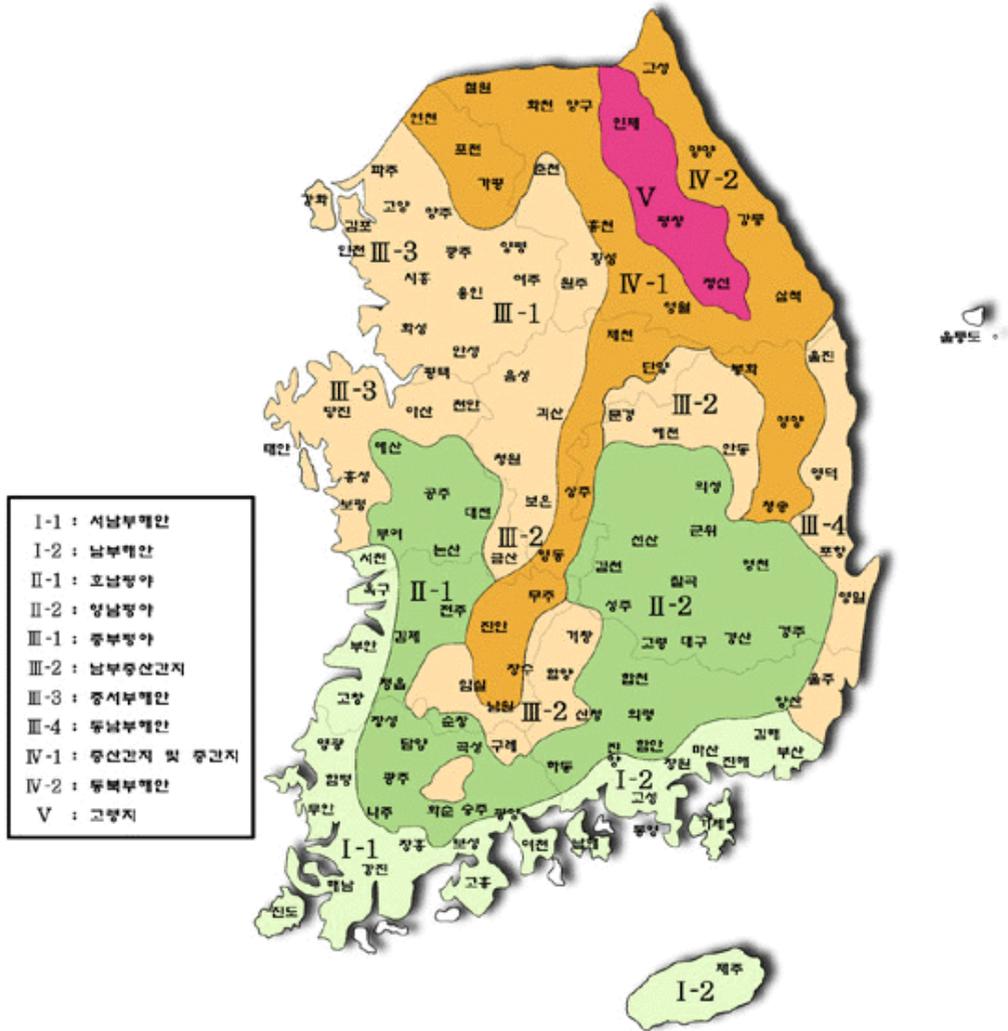


## <부록 5> 우리나라 벼 품종

구분		조생종(57)	중생종(72)	중만생종(80)
최고품질 품 종(7)		운광	고품, *하이아미	삼광, 호품, 칠보, *진수미
고 품질 품 종 (74)	일 반 지 역 (52)	오대, 중화, 상미, 태봉, 새상주, 고운, 황금보라, 산들진미, 평원, 운미, 한들, 호반, *보석, *조아미	화성, 화영, 수라, 화봉, 삼덕, 상옥, 풍미, 풍미1호, 청아, 해찬물결, 청안, 보라미, *해오르미	추청, 일품, 대안, 일미, 동안, 남평, 신동진, 새추청, 주남, 동진1호, 호평, 평안, 청호, 온누리, 주안1호, 동진2호, 다미, 말그미, 청담, 황금누리, 새누리, 황금노들, *청청진미, *진백, *다청
	특 수 지 역 (22)	화동, 진부울, 운두, 금오, 그루, 만안, 만추, 만호, 조안, 만나, 금오3호, 신운봉1호, 오대1호, 주남조생, 조광	서안1호, 해평, 금오벼2호, 만풍	세계화, 서간, 동해진미
안 전 성 품 (74)		소백, 운봉, 남원, 오봉, 진미, 진부, 신운봉, 상주, 둔내, 조령, 삼백, 상산, 운장, 삼천, 대진, 인월, 문장, 중산, 진봉, 태성	봉광, 팔공, 동해, 화진, 장안, 청명, 서안, 안중, 간척, 농안, 화중, 주안, 금오벼1호, 안산, 내풍, 서진, 영해, 광안, 원황, 소비, 안성, 중안, 진품, 삼평, 화안, 만월, 석정, 금안, 대평, 강백	낙동, 동진, 대청, 탐진, 계화, 만금, 영남, 대야, 화남, 금남, 화신, 대산, 화삼, 남강, 화명, 농호, 호안, 수진, 호진, 중남, 서평, 화랑, 하남, 화신1호
특 수 미 품 (41)		향미벼2호, 진부찰, 상주찰, 흑진주, 적진주, 조생흑찰	신선찰, 화선찰, 설향찰, 대립벼1호, 영안, 흑광, 보석찰, 해평찰, 큰눈, 눈보라, 한강찰1호, 흥진주, 고아미3호, 흑설	향미1호, 아랑향찰, 향남, 양조, 흑남, 미향, 동진찰, 흑향, 고아미, 백진주, 설갱, 만미, 고아미2호, 백진주1호, 신명흑찰 <sup>2</sup> , 백설찰, 신농흑찰 <sup>2</sup> , *보석흑찰, *백옥찰, *단미, *신토흑미 <sup>2</sup>
초 다 수 품 종 (11)		남일	다산, 남천, 안다, 아름, 한아름, 다산1호, 큰섬	한마음, 녹양 <sup>1</sup> , *드래찬
발 벼 품 종 (2)		-	농립나1호, 상남발벼	-

자료: 농업진흥청 국립식량과학원 홈페이지: <http://www.nics.go.kr>

## <부록 6> 벼 재배 지대구분



자료: 농업진흥청 국립식량과학원 홈페이지: <http://www.nics.go.kr>



## <부록 7> 지대별 주요 지역 및 적응품종

I-1	서남부해안	주요지역	고흥, 장흥, 무안, 고창, 부안, 서천
		적응품종	중만생종~만생종
I-2	남부해안	주요지역	부산, 김해, 진해, 창원, 고성
		적응품종	중만생종~만생종
II-1	호남평야	주요지역	화순, 나주, 장성, 순창, 김제, 논산
		적응품종	중만생종
II-2	영남평야	주요지역	함안, 합천, 경산, 김천, 영천
		적응품종	중만생종
III-1	중부평야	주요지역	안성, 평택, 여주, 원주, 용인
		적응품종	중생종
III-2	남부중산간지	주요지역	보은, 예천, 안동, 구례, 함양
		적응품종	중생종
III-3	중서부해안	주요지역	당진, 홍성, 인천, 김포, 강화
		적응품종	중생종
III-4	동남부해안	주요지역	울주, 영일, 영덕, 포항
		적응품종	중생종
IV-1	중산간지 및 중간지	주요지역	철원, 제천, 영양, 진안, 무주
		적응품종	조생종
IV-2	동북부해안	주요지역	고성, 양양, 강릉
		적응품종	조생종
V	고랭지	주요지역	평찬, 인제, 정선
		적응품종	극조생종

자료: 농업진흥청 국립식량과학원 홈페이지: <http://www.nics.go.kr>

## <부록 8> 조생종, 중생종, 중만생종의 주요특성, 추천지역 및 재배적지

### 1. 조생종 주요특성

품종명	계통명	벼키 (cm)	이삭 수	쌀수량성 (kg/10a)	특기사항
남일벼	수원 472호	80	12	662	준조생, 자포니카 초다수, 가공용
태성벼	철원 61호	70	15	559	조생, 고품질, 내도복, 내냉성
조안벼	수원 478호	75	17	444	조생, 내냉성, 소득작물 후작용
진부올벼	진부11호	59	많음	472	극조생종, 양질, 내도복, 내냉성, 중립종
둔 내 벼	진부14호	56	중	461	내냉성, 내도복성, 도열병저항성
소 백 벼	수원304호	76	중	503	내냉성, 내도복성, 양질
오 대 벼	수원303호	77	중	481	양질, 내냉성
운 봉 벼	운봉1호	63	많음	528	내냉성, 내도복성
금 오 벼	수원313호	76	중	483	소득작물 후작용, 내도복성, 양질
진부찰벼	진부9호	67	중	481	극조생찰, 내냉성
신운봉벼	운봉7호	66	많음	519	내냉성, 내도복성, 내수발아성
진 부 벼	진부10호	62	중	521	양질, 내냉성, 도열병저항성
상 주 벼	상주10호	67	중	531	내냉성, 내도복성, 양질
흑진주벼	수원415호	80	중	405	유색미, 만파만식성, 줄무늬잎마름병저항성
운 두 벼	진부2호	72	중	512	내냉성, 내도복성, 양질
오 봉 벼	진부7호	64	중	503	내도복성, 고배아미올, 내냉성
남 원 벼	운봉3호	75	중	514	내냉성, 내수발아성
진 미 벼	수원349호	74	중	486	양질, 내냉성, 직립초형
조 령 벼	밀양107호	76	많음	483	내도복성, 양질, 내냉성
상 산 벼	상주11호	70	중	503	내도복성, 양질, 내냉성
삼 백 벼	상주12호	61	많음	507	내냉성, 내도복성, 양질
운 장 벼	운봉12호	69	중	513	내냉성, 양질
삼 천 벼	운봉13호	68	중	522	내냉성, 내도복성, 양질
중 화 벼	상주15호	77	중	503	내냉성, 양질
대 진 벼	수원407호	76	중	504	내도복성, 양질, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
향미벼2호	수원413호	77	중	614	통일형, 도열병 및 줄무늬잎마름병저항성, 향미
화 동 벼	수원409호	73	중	550	내냉성, 내도복성, 양질
그 루 벼	수원416호	72	중	498	소득작물 후작용, 내냉성, 내도복성, 양질
상주찰벼	상주18호	73	중	507	내냉성, 내도복성, 도열병저항성, 찰벼
인 월 벼	운봉19호	65	중	537	내냉성, 양질, 다수성
만 안 벼	밀양151호	75	적음	530	소득작물 후작용, 도열병저항성, 양질
상 미 벼	상주19호	66	많음	531	내도복성, 양질, 내냉성, 다수성
문 장 벼	상주21호	70	중	532	내도복성, 양질, 다수성, 내냉성
태봉벼	철원59호	74	중	544	내도복성, 양질
중산벼	상주22호	70	많음	532	내도복성, 양질, 내냉성
중봉벼	수원449호	75	중	532	보통기단수550Kg, 내도복성, 내냉성, 양질
적진주	수원451호	81	중	532	적미



## 2. 조생종 추천지역 및 재배적지

품종명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
남 일 벼	경기, 강원, 충북, 충남	중부평야지	-
태 성 벼	강원, 충북, 전북, 경북	중북부 중산간지	-
조 안 벼	강원, 충북, 충남, 전북, 경북	중북부 중산간지	-
진부올벼	강원	한강 이북 400~550m	-
둔 내 벼	강원, 충북	250~550m	-
소 백 벼	전국(경남, 제주 제외)	550m 이하	300m 이하
오 대 벼	전국(경남 제외)	500m 이하	250m 이하
운 봉 벼	전국(충남, 제주 제외)	550m 이하	300m 이하
금 오 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	-	특수작물후작
진부찰벼	강원, 충북, 전북, 경남	고랭지 300~500m 이하	-
신운봉벼	강원, 충북, 전북, 경북, 경남	250~400m	-
진 부 벼	경기, 강원, 충북, 전북, 경북	250~400m	-
상 주 벼	강원, 충북, 전북, 경북, 경남	한강 이북 100~250m 한강 이남 200~400m	250m 이하
흑진주벼	전국(전남, 제주 제외)	400m 이하	대전 이남 250m 이하
운 두 벼	강원	550m 이하	-
오 봉 벼	경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 경북	한강 이북 100~500m 한강 이남 500m 이하	-
남 원 벼	충북, 전북, 경북, 경남	한강 이북 400m 이하 한강 이남 500m 이하	-
진 미 벼	강원, 충북, 경북	한강 이북 100~250m 한강 이남 250~400m	-
조 령 벼	충북, 전북, 경북, 경남	100~300m	250m 이하
상 산 벼	충북, 경북, 경남	한강 이남 중산간지 250~400m 대전 이남 중간지 100~250m	논산 이남 100~250m 이하
삼 백 벼	충북, 경북, 경남	대전 이남 중간지 100~250m	-
운 장 벼	충북, 전북, 경북, 경남	500m 이하	-
삼 천 벼	강원, 충북, 전북, 경북	500m 이하	-
중 화 벼	충북, 전북, 경북, 경남	한강 이남 300m 이하	한강 이남 200m 이하
대 진 벼	전국(전남, 제주 제외)	400m 이하	대전 이남 250m 이하
향미벼2호	전국(강원, 제주 제외)	중부, 남부내륙평야지	영남내륙평야지
화 동 벼	강원, 경북	한강 이북 400m 이하	-
그 루 벼	전국(강원, 제주 제외)	400m 이하	대전 이남 소득작물 후작지
상주찰벼	강원, 충북, 충남, 전북, 경북	한강 이남 400m 이하	대전 이남 300m 이하
인 월 벼	강원, 충북, 전북, 경북	한강 이북 400m 이하 한강 이남 500m 이하	-
만 안 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	-	남부평야지 만기재배
상 미 벼	강원, 충북, 충남, 전북, 경북, 경남	한강 이북 100~250m 한강 이남 200~400m	-
문 장 벼	전국(제주 제외)	한강 이북 100~250m 한강 이남 200~400m	-
태 봉 벼	경기, 강원, 충북, 전북, 경북	500m 이하	-

품종명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
진 봉 벼	전국(제주 제외)	400m 이하	소득작물 후작지
중 산 벼	강원, 충북, 전북, 경북	한강 이북 100~250m 한강 이남 200~400m	-
적진주배	경기, 강원, 충북	한강 이북 100~250m 한강 이남 100~250m	-

### 3. 중생종 주요특성

품종명	계통명	벼키(cm)	이삭수	쌀수량성(kg/10a)	특기사항
한강찰1호	밀양167호	87	10	597	통일형, 다수성 찰벼, 가공용
눈보라	익산482호	85	13	534	중대립 찰벼, 백도양호, 떡용
홍진주	수원501호	82	11	507	적갈색미, 기능성 물질함유, 가공 및 기능성
큰섬벼	밀양202호	101	11	719	준단간, 통일형, 초다수성, 가공용
다산1호	수원499호	81	11	718	통일형, 초다수성, 내냉성, 내병성, 내도복성
청담벼	수원498호	78	12	562	도복저항성, 담수직파적성, 미질 및 밥맛 양호, 도정특성 양호, 밥쌀용
해찬물결	계화25호	74	12	571	내도복성, 숙색 및 밥맛 양호, 밥쌀용
강백벼	익산478호	69	15	528	단간, 내도복성, 밥쌀용
청아벼	수원495호	87	14	556	쌀 외관, 도정 및 미질 특성 양호, 밥맛 양호, 밥쌀용
흑설벼	수원505호	87	13	419	흑자색, 연질미, 내도복성, 가공용
고아미3호	수원504호	88	15	392	고 식이섬유(14%), 뽕안땀쌀, 발아 및 초기생육 양호, 가공 및 기능성 쌀
보라미	밀양211호	83	12	534	내도복성, 도정특성양호, 밥쌀용
청안벼	수원503호	84	14	554	외관 및 밥맛 양호, 백미완전 미율 높음, 밥쌀용
한강찰1호	밀양167호	87	10	597	통일형, 다수성 찰벼, 가공용
눈보라	익산482호	85	13	534	중대립 찰벼, 백도 양호, 떡용
홍진주	수원501	82	11	507	적갈색미, 기능성 물질함유, 가공 및 기능성
큰섬벼	밀양202호	101	11	719	준단간, 통일형, 초다수성, 가공용
다산1호	수원499호	81	11	718	통일형, 초다수성, 내냉성, 내병성, 내도복성, 가공용
호품벼	익산480호	69	341	583	직립, 내도복성, 담수직파 및 이앙재배, 최고품질 수준, 다수성, 밥쌀용
청담벼	수원498호	78	318	52	도복저항성, 담수직파적성, 미질 및 밥맛 양호, 도정특성 양호, 밥쌀용



품 종 명	계 통 명	벼키 (cm)	이삭 수	쌀수량성 (kg/10a)	특기사항
해찬물결	계화25호	74	12	571	내도복성, 숙색 및 밥맛 양호, 도열병, 흰 잎마름병 및 줄무늬잎마름병 강, 밥쌀용
강백벼	익산478호	69	15	52	단간, 내도복성, 새로운 흰잎마름병 변이 균 K3a 저항성, 밥쌀용
청아벼	수원495호	87	14	556	쌀 외관, 도정 및 미질 특성 양호, 밥맛 양 호, 밥쌀용
금 안 벼	수원462호	82	15	532	중생, 고품질, 내도복, 흰잎마름병 강
흑 광 벼	수원477호	89	16	505	중생, 소립 흑자색, 등숙양호, 가공용
화 성 벼	수원330호	82	중	493	내냉성, 내만식성, 국내최초 꽃가루배양품종
팔 공 벼	밀양80호	85	중	510	내만식성, 내바이러스병, 다립
화 진 벼	수원346호	81	중	516	양질, 내병성(백엽고병, 호엽고병)
동 해 벼	영덕5호	79	많음	493	내도복성, 내냉성, 내바이러스병
청 명 벼	수원350호	71	많음	511	내도복성, 내냉성, 내만식성, 양질
장 안 벼	남양4호	75	많음	520	내도복성, 간척지적응성, 양질
서 안 벼	남양6호	80	많음	505	양질, 내도복성, 간척지적응성
봉 공 벼	미네히까리	94	많음	447	양질, 내도열병
신선찰벼	이리355호	99	중	485	찰벼, 내병성(도열병, 호엽고병)
안 중 벼	수원362호	76	중	519	양질, 내냉성, 내도복성, 복합내병성
화 영 벼	밀양101호	77	중	505	양질, 내만식성, 내냉성, 내도복성, 복합내병성
간 척 벼	계화7호	69	중	496	간척지적응성, 내도복성, 양질
화선찰벼	수원384호	80	중	464	내냉성, 내도복성, 찰벼, 내병성
화 중 벼	수원387호	80	중	481	내냉성, 내도복성, 줄무늬잎마름병저항성
농 안 벼	수원392호	76	적음	515	직파적성, 내도복성, 저아밀로스, 소얼다 립형, 중간형
대립벼1호	수원391호	88	적음	445	대립종, 줄무늬잎마름병저항성, 가공용(튀 김, 양조)
주 안 벼	수원383호	71	중	503	작파적성, 내도복성, 내만식성, 양질
안 산 벼	수원408호	70	중	509	직파적성, 내만식성, 내냉성, 양질
금오벼1호	밀양125호	73	중	465	소득작물 후작용, 내도복성, 내만식성
내 풍 벼	영덕16호	75	많음	527	내냉성, 내도복성, 양질, 내병성(도열병, 바이러스병)
다 산 벼	수원405호	73	중	677	통일형, 내도복성, 다수성, 복합내병성
남 천 벼	밀양103호	80	중	663	통일형, 내도복성, 다수성, 복합내병성
서 진 벼	남양17호	79	중	522	내만식성, 내냉성, 간척지적응성, 양질
금오벼2호	밀양132호	75	중	511	소득작물 후작용, 내만식성, 양질, 줄무늬 잎마름저항성

품종명	계통명	벼키(cm)	이삭수	쌀수량성(kg/10a)	특기사항
영해벼	영덕19호	81	많음	538	내냉성, 내도복성, 양질, 복합내병성
수라벼	수원427호	75	중	552	양질, 적과만식성, 내도복성, 내병성(도열병, 백엽고병)
광안벼	수원429호	86	중	517	직파적성, 내냉성, 양질
안다벼	수원431호	81	중	727	통일형, 내도복성, 다수성, 복합내병충성
화봉벼	밀양138호	78	중	552	줄무늬잎마름저항성, 양질, 다수성, 내도복성
원황벼	영덕22호	76	중	551	내도복성, 내풍성, 내냉성, 양질, 다수성
진품벼	수원434호	83	적음	552	내도복성, 양질, 다수성, 속색양호
안성벼	수원443호	83	적음	557	도열병저항성, 다품계종, 내도복성, 양질
소비벼	익산435호	84	적음	583	중립종, 다수성, 소비성, 양질
중안벼	수원438호	86	중	530	직파적성, 내냉성, 내만식성, 양질, 속색양호
아름벼	밀양160호	84	적음	841	통일형, 다수성, 복합내병성
설향찰벼	수원442호	88	적음	552	향찰벼, 흰잎마름병저항성, 속색양호
농림나1호	동해4호	82	적음	540	발벼, 내병성, 내한발성
상남발벼	밀양93호	83	적음	289	발벼, 내병성, 내한발성
삼퍼벼	수원444호	86	중	562	내도복성, 흰잎마름저항성, 양질
해평벼	영덕26호	74	중	553	내도복성, 내냉성, 흰잎마름병저항성, 양질, 줄무늬잎마름명조형성
화안벼	수원447호	85	중	549	직라시단수526kg, 내도복성, 흰잎마름모병저항성, 직파적성
만풍벼	익산442호	75	중	483	내도복, 내만식성, 양질

#### 4. 중생종 추천지역 및 재배적지

품종명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
한강찰1호		중부평지 및 영호남 내륙평야지	
눈보라		중부평야지, 남부중산간지, 충남 이남 평야지	
홍진주		중부 및 남부평야지	
큰섬벼		중부평야 및 영호남 내륙평야	
다산1호		중부평야지 및 중서부해안지	



품 종 명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
해찬물결	경기, 충남, 전남북, 경남	중서부, 남서해안지 및 호남평야지	
강백벼	충남, 전남북	호남평야지 및 남서해안지	
청아벼		중부평야, 중서부해안지	
흑설벼		중부평야지	
고아미3호		중부, 호남, 영남평야지 남부중산간지	
보라미		영호남평야	
청안벼		중부평야, 남부중산간지, 중서부해안지	
한강찰1호		중부평야지 및 영호남 내륙평야지	
눈보라		중부평야지, 남부중산간지, 충남이남 평야지	
홍진주		중부 및 남부평야지	
큰섬벼		중부평야 및 영호남내륙평야	
다산1호		중부평야지 및 중서부해안지	
호품벼		충남북 이남 평야지	
청담벼		중부평야 및 중서부해안지	
해찬물결	경기, 충남, 전남북, 경남	중서부, 남서해안지 및 호남평야지	
강백벼	충남, 전남북	호남평야지 및 남서해안지	
청아벼		중부평야, 중서부해안지	
금 안 벼	경기, 충북, 충남, 경북	중부평야 및 남부중산간지	
흑 광 벼	경기, 강원, 충북, 충남	중부평야지	
화 성 벼	전국(전북, 제주 제외)	한강 이북 100m 이하 한강 이남 250m 이하	대전 이남 200m 이하
팔 공 벼	충남, 전북, 전 남, 경북	대전이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
화 진 벼	경기, 충북, 충남, 경북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 200m 이하	

품종명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
동해벼	경북, 경남	동남부 해안 남부 중산간지	동남부해안
청명벼	경기, 강원, 충북, 충남	한강 이남 100~250m	250m 이하
장안벼	경기, 강원, 충북, 충남	-	-
서안벼	경기, 강원, 충북, 충남	한강 이북 100m 이하 한강 이남 200m 이하	대전 이남 200m 이하
봉광벼	경기, 강원, 충남	한강 이북 100m 이하 한강 이남 250m 이하	-
신선찰벼	전국	한강 이남 100m 이하 평택 이남 250m 이하	대전 이남 100m 이하
안중벼	경기, 충북, 충남	충부평야 250m 이하	충부평야 100m 이하
화영벼	충북, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 200m 이하	대전 이남 100m 이하
간척벼	충남, 전북, 전남	충남 이남 250m 이하	-
화선찰벼	경기, 강원, 충북, 충남	한강 이북 100m 이하 한강 이남 250m 이하	한강 이남 100m 이하
화중벼	경기, 충남, 충북	한강 이남 100m 이하	-
농안벼	경기, 충북, 충남, 전북	-	-
대립벼1호	전국(강원, 제주 제외)	-	-
주안벼	경기, 충북, 충남, 전북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 200m 이하	대전 이남 100m 이하
안산벼	경기, 충북, 충남, 전북, 경북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
금오벼1호	전북, 전남, 경북, 경남	-	소득작물 후작재배
내풍벼	경기, 충북, 충남, 경북, 경남	한강 이남 150m 이하	-
다산벼	경기, 충남, 전북, 경북, 경남	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
남천벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100m 이하	-
서진벼	경기, 충북, 충남, 강원	한강 이북 100m 이하 한강 이남 250m 이하	대전 이남 100m 이하
금오벼2호	전남, 전북, 경북, 경남	-	남부평야지만기재배 (7.10)
영해벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	영덕 이남 냉조풍지대	영덕 이남 냉조풍지대
수라벼	경기, 강원, 충북, 충남	한강 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
광안벼	경기, 강원, 충북, 충남, 경북	한강 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
안다벼	경기, 충북, 충남, 전북, 경북, 경남	한강 이남 100m 이하	-
화봉벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 100m 이하	-
원황벼	강원, 경북, 경남	동남부해안지	동남부해안지
진품벼	경기, 강원, 충북, 충남, 경북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	-



품 종 명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
안 성 벼	경기, 충북, 충남	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	-
소 비 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 100m 이하	대전 이남 100m 이하
중 안 벼	경기, 강원, 충북, 경북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	-
아 름 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100m 이하	-
설향찰벼	경기, 강원, 충북, 충남	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	-
농립나1호	전국	250m 이하	-
상남말벼	전남, 경북, 경남, 제주	250m 이하	-
삼 평 벼	경기, 강원, 충남, 충북, 경북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	-
화 안 벼	경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 경북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	-
해 평 벼	강원, 경남북	동남, 동북부 및 남부 해안지	-
만 품 벼	충북, 전남북, 경남북	-	소득작물 후작지

## 5. 중만생종 주요특성

품 종 명	계 통 명	벼키 (cm)	이삭 수	쌀수량성 (kg/10a)	특기사항
온누리	익산469호	72	13	594	만식적응성, 중단간, 다수성, 밥맛양호, 밥 쌀용
화영벼	밀양101호	77	14	505	쌀외관 및 식미 양호, 내도복성, 내냉성, 내만식성, 밥쌀용
새추청벼	수원433호	95	19	558	양식미, 도열병 중도저항성, 만식적응성, 등숙, 숙색, 도정특성 양호, 밥쌀용
일품벼	수원355호	79	21	534	식미 양호, 고영양(고배아율), 직립초형, 내도복성, 다수성, 밥쌀용
일미벼	밀양122호	79	20	520	양식미, 내도복성, 직파적응성, 밥쌀용
주남벼	밀양165호	73	20	576	양식미, 다수성, 단간 내도복, 밥쌀용
남평벼	이리416호	80	20	528	내만식 다수성, 양식미, 내도복성, 직립초 형, 밥쌀용
추청벼		84	18	453	쌀 외관 및 밥맛 좋음, 병충해, 도복에 약 함, 밥쌀용

품 종 명	계 통 명	벼키 (cm)	이삭 수	쌀수량성 (kg/10a)	특기사항
동진1호	익산444호	82	20	554	담수직파 및 이앙재배, 고품질, 다수성, 직립, 내도복성
삼광벼	수원474호	87	19	565	고품질, 밥맛 양호, 내도복성, 2모작/만식 적응성, 복합 내병성, 밥쌀용
신농흑찰벼	전북2호	70	15	455	흑찰벼, 단간, 내도복성, 가공, 혼반용
백설찰벼	익산475호	80	11	537	내도복성, 다수성, 대립찰벼, 백도 양호, 떡용
황금노들	익산488호	75	13	586	직립, 다수성, 내도복성, 담수직파 및 이앙 재배용, 밥쌀용
칠보벼	영덕44호	76	18	557	도정률 및 완전미율 양호, 단간 내도복성, 밥쌀용
새누리	익산486호	78	13	571	숙색 및 밥맛양호, 밥쌀용
신명흑찰	전북1호	72	15	503	흑찰벼, 단간, 내도복, 가공, 혼반용
녹양벼	수원490호	78	10	1652	후기녹체성 사료적성 양호, 내탈립, 내도복, 총체사료용
호품벼	익산40호	69	14	583	직립, 내도복성, 담수직파 및 이앙재배, 최고품질 수준, 다수성, 밥쌀용
동해진미	영덕41호	69	14	605	준단간, 내도복성, 도정특성 양호, 밥쌀용
말그미	밀양205호	76	12	530	쌀외관 및 도정특성 양호, 밥쌀용
다미벼	익산481호	83	12	592	만식적응성, 중대립, 다수성, 밥맛우수, 밥쌀용
황금누리	익산479호	76	13	574	만식적응성, 내도복, 밥맛 양호, 밥쌀용
고아미 2 호	수원 464 호	75	16	424	중만생, 난소화성 전분, 다이어트식 가공용
삼 광 벼	수원 474 호	87	15	569	중만생, 고품질, 복합내병성
일 품 벼	수원355호	79	중	534	양질, 내도복성, 다수성 고배아미율
낙 동 벼	밀양15호	95	중	468	내만식성, 내바이러스병, 양질
추 칭 벼	아끼바레	100	많음	453	양질
동 진 벼	이리348호	94	중	479	양질, 줄무늬잎마름병저항성
탐 진 벼	이리373호	87	중	481	양질, 내병성
계 화 벼	계화3호	81	중	478	간척지적응성, 양질, 복합내병성(도열병, 호엽고병)
대 칭 벼	이리365호	90	중	487	양질, 직립초형, 내병성(백엽고병, 호엽고병)
만 금 벼	이리390호	85	중	478	양질, 숙색양호, 내호엽고병
영 남 벼	밀양96호	75	중	479	내도복성, 내만식성, 양질, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
대 야 벼	이리392호	74	중	480	양질, 내만식성, 숙색양호, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)



품 종 명	계 통 명	벼키 (cm)	이삭 수	쌀수량성 (kg/10a)	특기사항
화 남 벼	밀양115호	77	적음	509	내도복성, 내만식성 양질, 내병성(도열병, 호엽고병)
대 안 벼	수원396호	76	약간 많음	511	내도복성, 양질, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
금 남 벼	이리399호	79	중	521	양질, 다수성, 내도복, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
양 조 벼	이리402호	71	중	511	내도복성, 양조용, 중대립종, 심백미, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
화 신 벼	이리407호	87	중	532	양질, 다수성, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
일 미 벼	밀양122호	79	중	522	내도복성, 양질, 직파적성, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
향 남 벼	이리413호	82	중	503	내도복성, 향미, 내백엽고병
화 삼 벼	밀양123호	81	중	534	양질, 이수성, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
동 안 벼	이리418호	78	중	533	직파적성, 내도복성, 양질, 내병성(호엽고병)
대 산 벼	밀양142호	80	중	538	직파적성, 내도복성, 양질, 내병성(호엽고병)
화 명 벼	수원423호	80	많음	505	직파적성, 양질, 복합내병성(도열병, 백엽고병, 호엽고병)
남 평 벼	익산416호	80	중	547	내도복성, 내만식성, 양질, 내병성(호엽고병)
남 강 벼	밀양126호	85	중	552	양질, 이수성, 내도복성, 내병성(백엽고병, 호엽고병)
아랑향찰벼	밀양146호	88	중	537	향찰, 줄무늬잎마름병저항성
흑 남 벼	익산427호	73	중	497	유색미, 내도복성, 내병성(백엽고병, 호엽고병)
호 안 벼	익산420호	78	중	539	직파적성, 내도복성, 양질, 내병성(호엽고병)
동진찰벼	익산425호	80	중	549	내도복성, 찰벼, 다수성, 내호엽고병
미 향 벼	익산426호	79	중	557	향미, 내도복성, 다수성, 내병성(호엽고병, 백엽고병)
농 호 벼	밀양149호	84	중	530	직파적성, 내도복성, 내병성, 숙색양호
새추청벼	수원433호	95	중	558	도열병저항성다계품종, 양질, 숙색양호
신동진벼	익산438호	80	적음	596	중립종, 양질, 다수성, 내병성
수 진 벼	밀양156호	81	적음	551	양질, 다수성, 내병성
향미벼1호	수원393호	72	적음	493	통일형, 향미, 내도복성
호진벼	익산436호	79	중	553	내도복성, 흰마름병저항성
주남벼	밀양165호	73	중	576	내도복성, 백엽고·호엽고저항성, 흑자색향미

품종명	계통명	벼키(cm)	이삭수	쌀수량성(kg/10a)	특기사항
흑향벼	익산440호	77	중	528(현미)	내도복성, 호엽고저항성, 흑자색향미
고아미벼	밀양168호	81	중	538	부석가공용, 고아로스(27%)

### 6. 중만생종 추천지역 및 재배적지

품종명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
온누리	천안	천안 이남 호남평야지, 중북부내륙지 및 남부중산간지	
화영벼		중남부 평야지 및 남서해안지	
새추청벼		중부평야지	
일품벼		중부평야지 및 남부내륙중간지	
일미벼		남부평야 1/2모작지	
주남벼		대전 이남 평야지	
남평벼	충남, 전남북, 경남북	대전 이남 평야지 1/2모작지	
추청벼		중부평야지	
동진1호		충남북 이남 평야지	
삼광벼		중부평야 및 남부중간지	
신농흑찰벼		전북지역	
칠보벼		중부평야, 남부중산간지 및 영남 내륙평지	
새누리	충남, 전남북, 경남북	충남 이남 평야지 및 남서해안지	
신명흑찰		전북평야지 및 중산간지	
호품벼		충남북 이남 평야지	
동해진미		동해안 냉조종지 및 영남내륙평야지	
말그미		충남 및 남부평야	
다미벼	충남북, 전남북, 경남북	충남 이남 평야지	
항금누리	충남, 전남북, 경남북	충남 이남 평야지	
고아미 2 호	전국 (제주 제외)	중부평야 및 남부평야지	
삼 광 벼	경기, 강원, 충북, 충남	중부평야 및 남부평야지	



품종명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
일 품 벼	경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 경북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 200m 이하	대전 이남 200m 이하
낙 동 벼	충남, 전북, 전남, 경북	한강-대전 100m 이하 대전 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
추 청 벼	경기, 충북, 충남, 전북, 경북, 경남	한강-대전 100m 이하 대전 이남 150m 이하	-
동 진 벼	전국(강원, 제주 제외)	한강-대전 100m 이하 대전 이남 150m 이하	논산 이남 100m 이하
탐 진 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100m 이하	대전 이남 100m 이하
계 화 벼	충남, 전북, 전남	한강 이남 100m 이하	-
대 청 벼	충북, 충남, 전북, 전남, 경북	한강-대전 100m 이하 대전 이남 150m 이하	-
만 금 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 200m 이하	논산 이남 100m 이하
영 남 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주	대전 이남 200m 이하	대전 이남 100m 이하
대 야 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100m 이하	논산 이남 100m 이하
화 남 벼	충남, 전북, 전남, 경북	한강-대전 100m 이하	한강-대전 100m 이하
대 안 벼	경기, 강원, 충북, 충남, 전북	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
금 남 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 150m 이하	-
양 조 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 150m 이하	-
화 신 벼	충남, 전북, 전남, 경남, 제주	충남 이남 150m 이하	논산 이남 100m 이하
일 미 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100m 이하	-
향 남 벼	전국(강원, 제주 제외)	평택 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
화 삼 벼	충남, 전남, 전북, 경남, 경북	대전 이남 100m 이하	논산 이남 100m 이하
동 안 벼	충남, 전북, 전남, 경남, 경북	대전 이남 150m 이하	논산 이남 100m 이하
대 산 벼	충남, 전남, 전북, 경남, 경북	대전 이남 100m 이하	-
화 명 벼	경기, 충북, 충남, 전북, 경북, 경남	한강 이북 100m 이하 한강 이남 150m 이하	논산 이남 100m 이하
남 평 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 150m 이하	-
남 강 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 150m 이하	-
아랑향찰벼	전국(강원, 제주 제외)	한강 이남 100m 이하	대전 이남 100m 이하
흑 남 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 150m 이하	논산 이남 100m 이하
호 안 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100m 이하	-
동진찰벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100m 이하	-
미 향 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 150m 이하	-
농 호 벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 150m 이하	논산 이남 100m 이하
새추청벼	경기, 충북, 충남	한강 이남 100m 이하	대전 이남 100m 이하

품종명	추천지역	재배적지	
		1모작	2모작
신동진벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 100m 이하	대전 이남 100m 이하
수진벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 150m 이하	대전 이남 100m 이하
향미벼1호	전국(제주 제외)	한강 이남 100m 이하 대전 이남 100~250m 이하	-
호진배	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	대전 이남 100 이하	대전 이남100 이하
주남벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 150m 이하	-
흑향벼	충남, 전북, 전남, 경북, 경남	충남 이남 150m 이하	-
고아미벼	경북, 경남	충남 이남 150m 이하	-

자료: 농업진흥청 국립식량과학원 홈페이지: <http://www.nics.go.kr>



## <부록 9> 태풍발생현황

### 1. 월별 우리나라에 영향을 미친 태풍 발생 빈도(1904-2008)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계	연평균
횟수	-	-	-	-	2	20	93	121	80	8	-	-	324	3.1

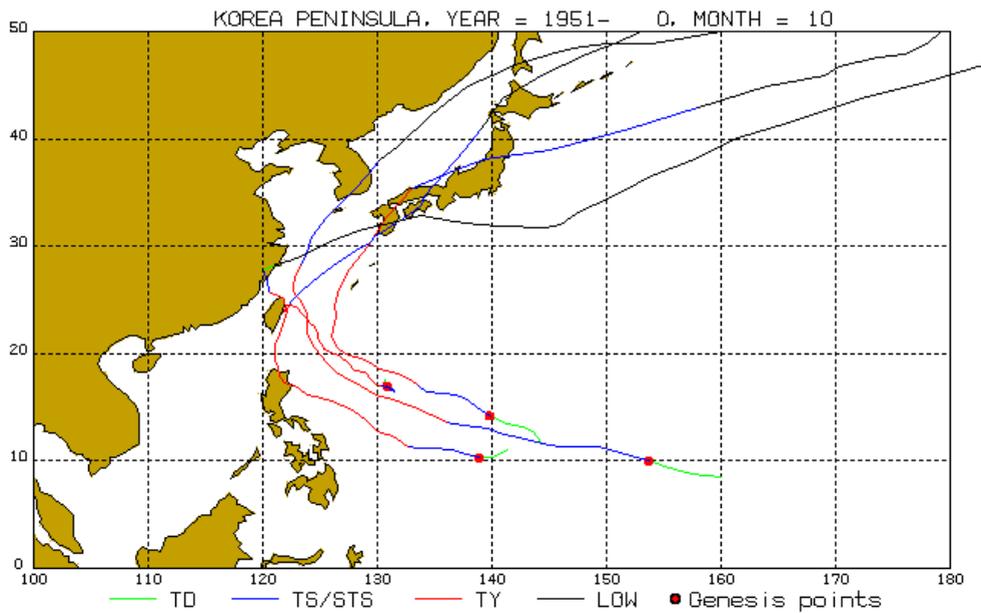
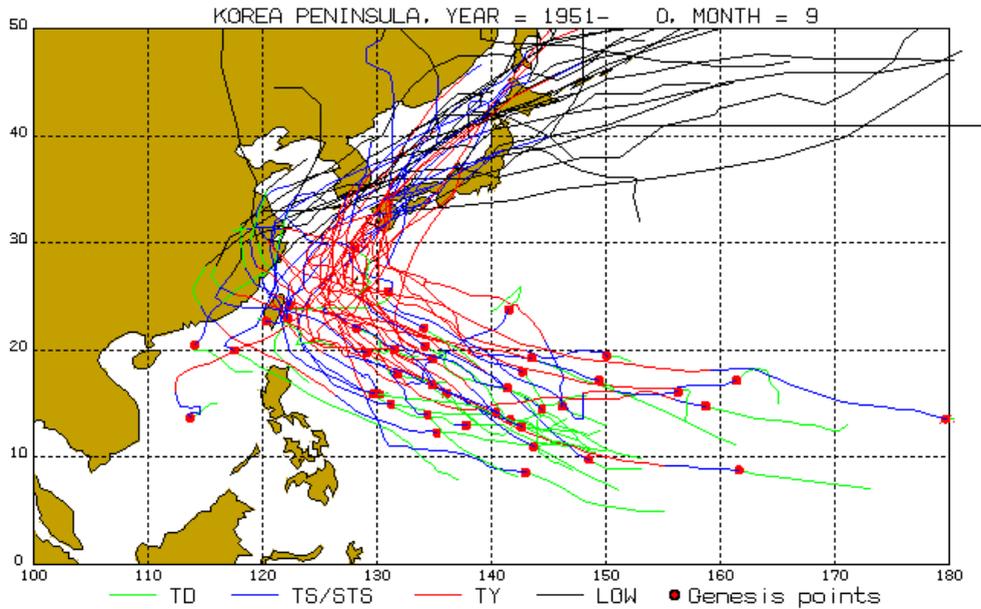
- ※ 한 해에 3개 정도의 태풍이 우리나라에 영향을 미침
- ※ 태풍내습의 최다 월은 8월, 7월, 9월, 6월 순
- ※ 7월, 8월, 9월 석달 동안에 내습한 태풍 수는 전체의 91%
- ※ 아주 드물게 6월, 10월에도 내습하는 경우가 있음

### 2. 연도별 태풍발생 및 우리나라에 영향을 미친 태풍현황

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
2000					2		5(2)	6(2)	5(1)	2	2	1	23(5)
2001					1	2	5	6(1)	5	3	1	3	26(1)
2002	1	1			1	3	5(3)	6(1)	4	2	2	1	26(4)
2003	1			1	2(1)	2(1)	2	5(1)	3(1)	3	2		21(4)
2004				1	2	5(1)	2(1)	8(3)	3	3	3	2	29(5)
2005	1		1	1		1	5	5(1)	5	2	2		23(1)
2006					1	1	3(1)	7(1)	3(1)	4	2	2	23(3)
2007				1	1		3(2)	4	5(1)	6	4		24(3)
2008				1	4	1	2(1)	4	5	1	3	1	22(1)
2009					2	2	2	5	7	3	1		22(0)

- ※ ( )안의 숫자는 우리나라에 영향을 미친 태풍수임
- ※ 태풍발생 수 및 영향 태풍 발생 월은 해당 태풍이 발생한 시점을 기준으로 함
- 자료: 기상청

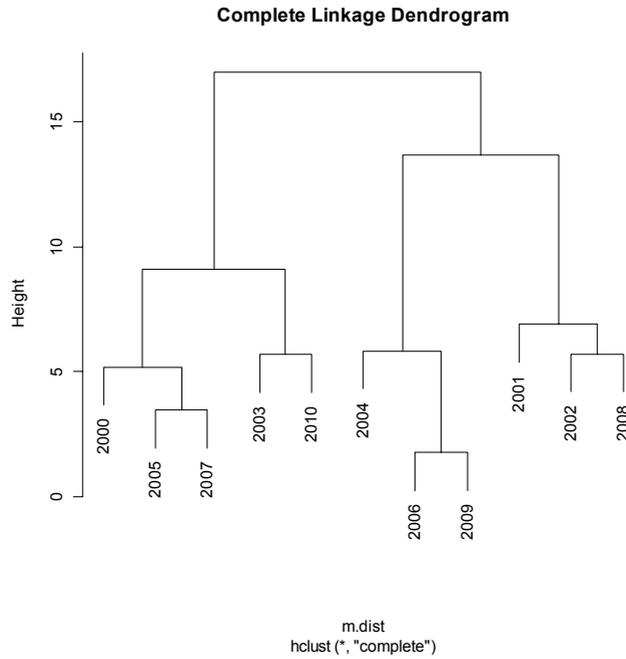
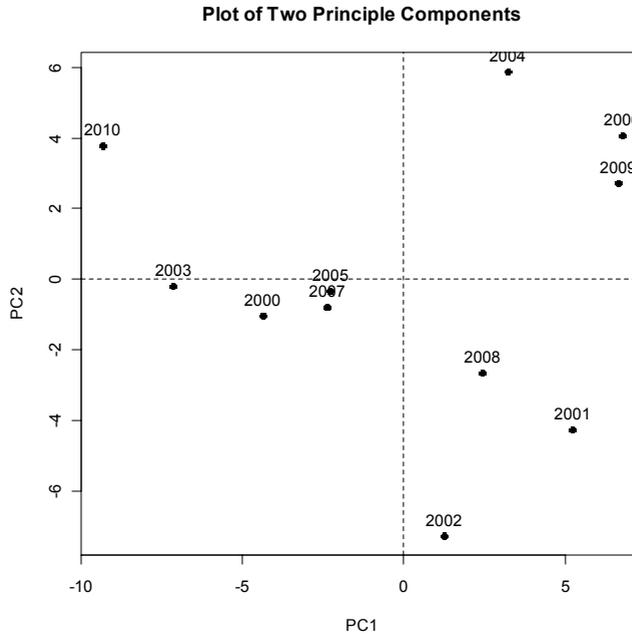
### <부록 10> 1951년 이후 9월과 10월 한반도에 영향을 준 태풍경로



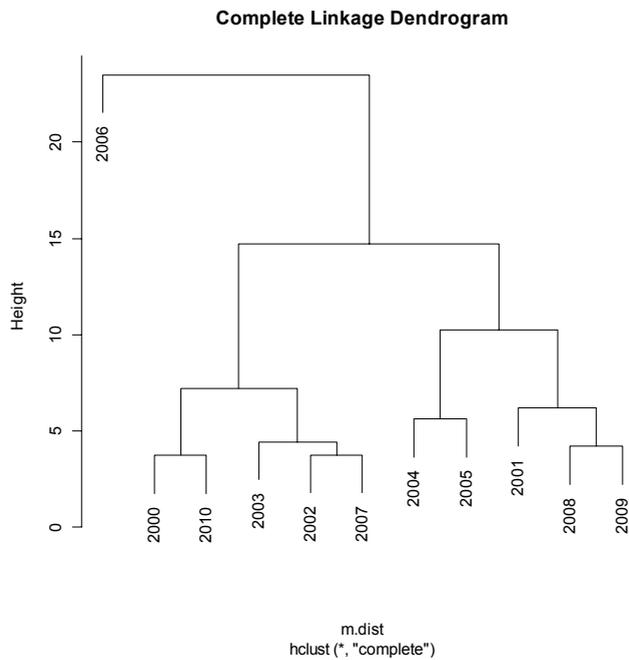
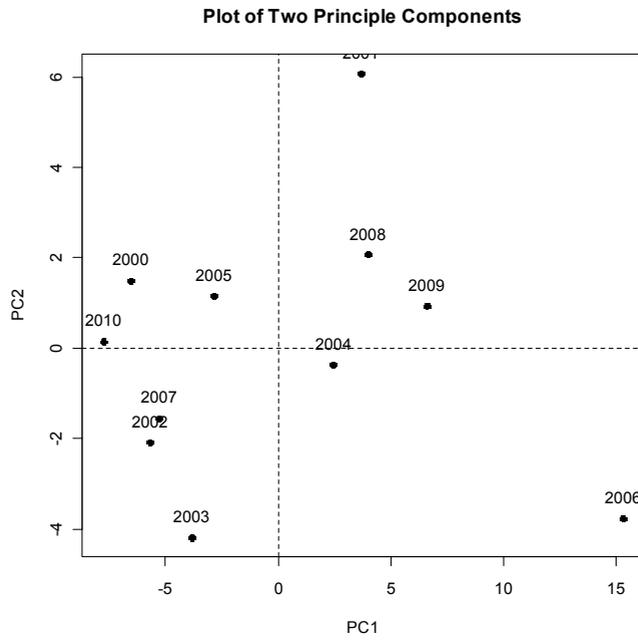
자료: 태풍연구센터(www.typhoon.or.kr)



<부록 II> 유사연도의 도출(특 · 광역시 및 제주도 생략)  
[경기도]

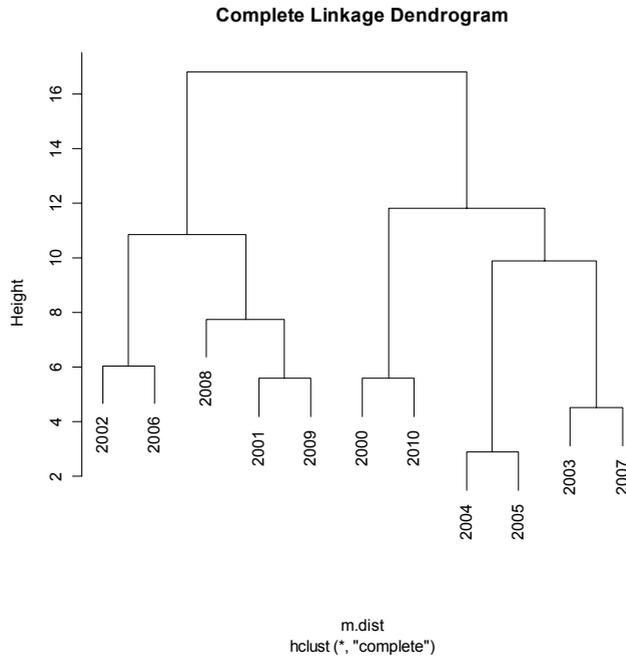
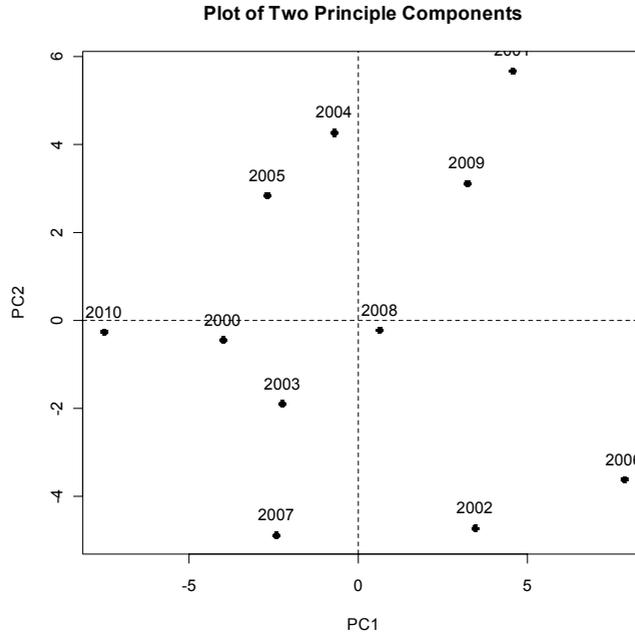


[강원도]

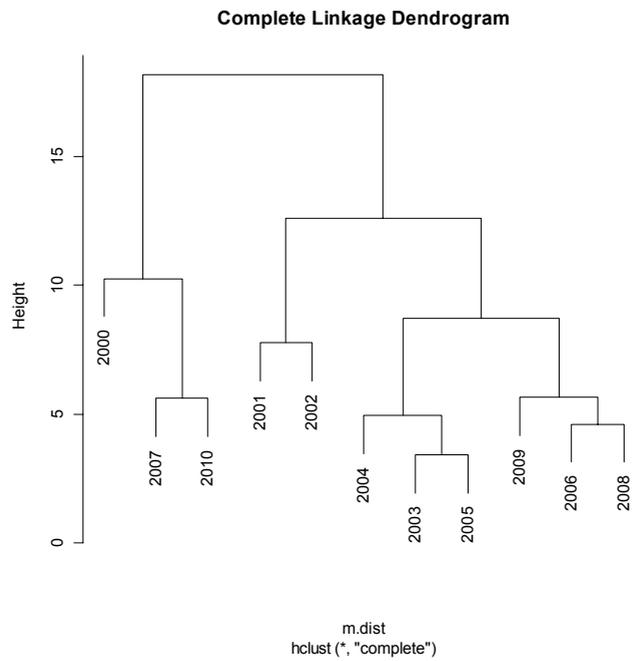
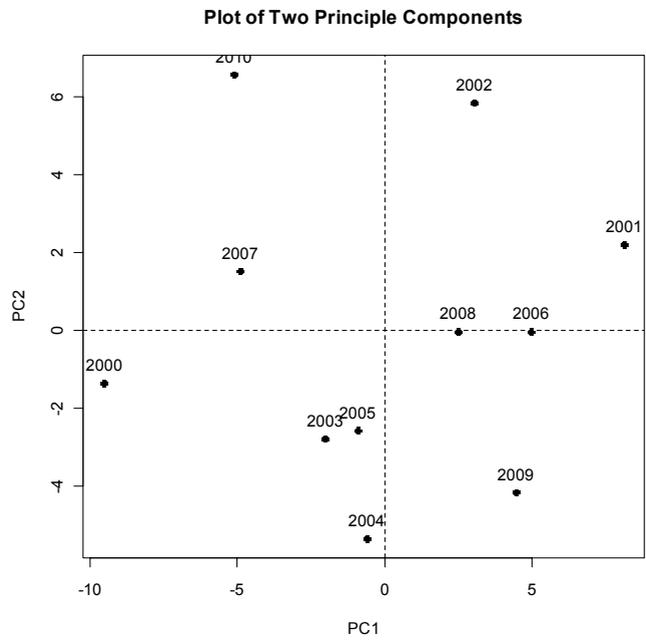




[충청북도]

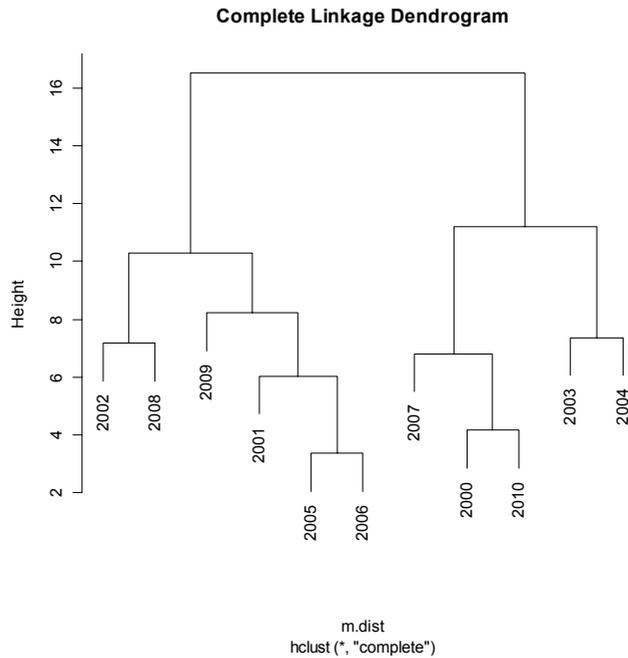
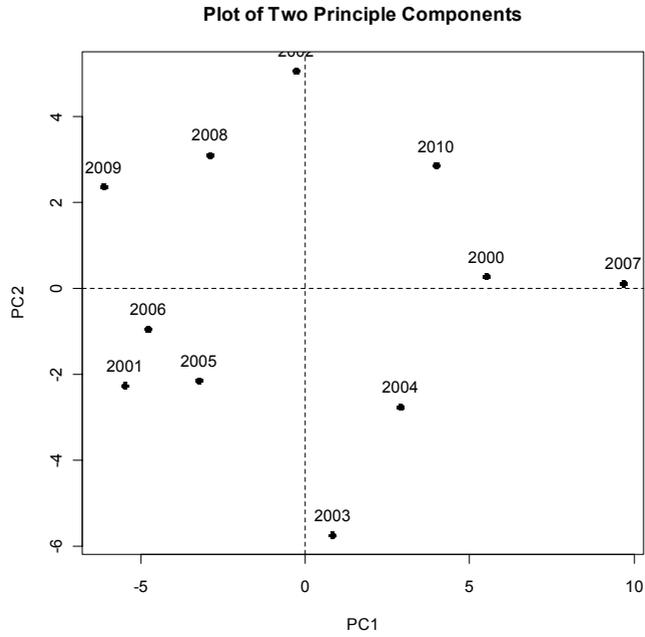


[충청남도]

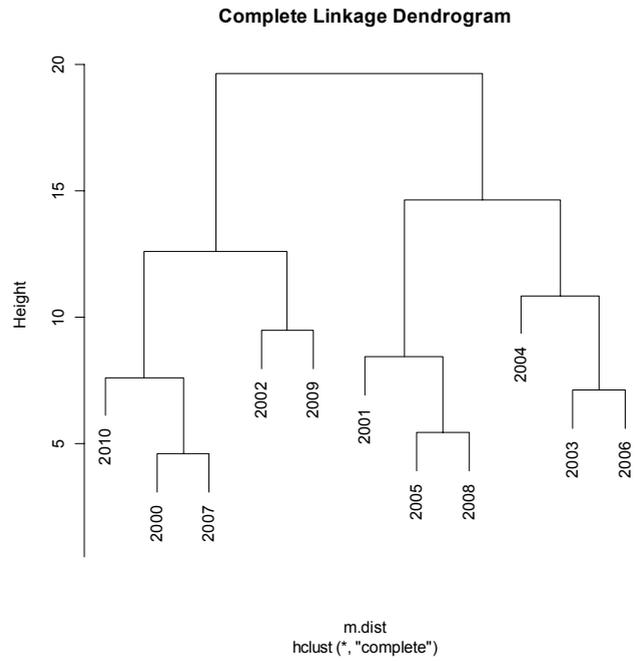
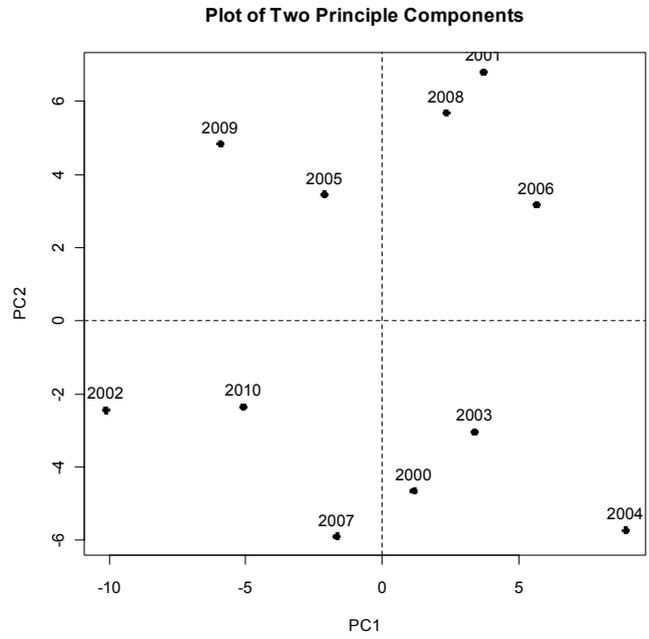




[전라북도]



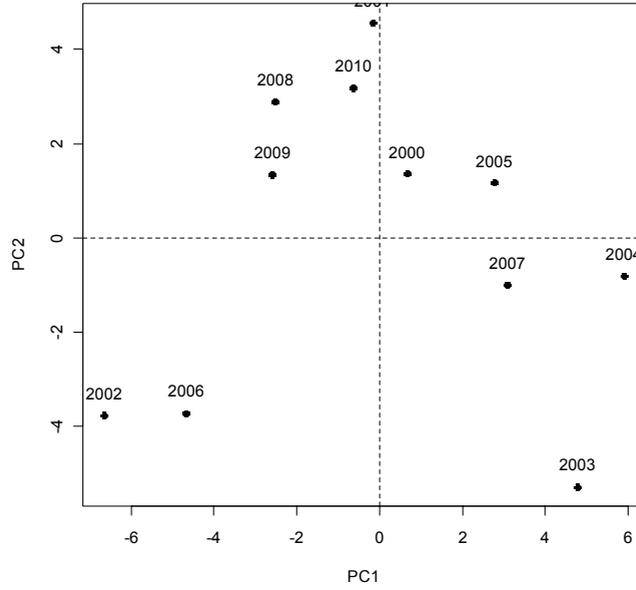
[전라남도]



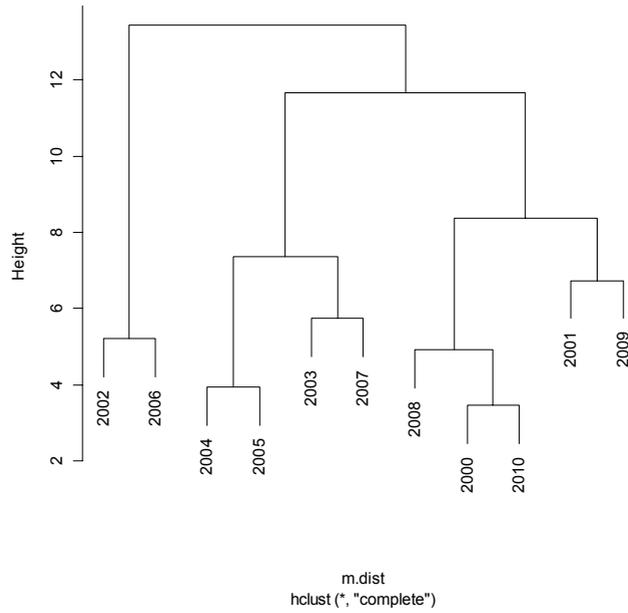


[경상북도]

Plot of Two Principle Components



Complete Linkage Dendrogram



[경상남도]

