

2002년 8월의 집중호우와 저온현상

이양수 · 심교문 · 황규홍 · 고문환
농업과학기술원
(2002년 8월 26일 접수; 2002년 9월 16일 수락)

Agricultural Implications of Rainfall Events and Low Temperature in August 2002

Yang-Soo Lee, Kyo-Moon Shim, Kyu-Hong Hwang, and Mun-Hwan Ko
National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea
(Received August 26, 2002; Accepted September 16, 2002)

ABSTRACT

When the long - lasting stationary fronts were pushed northward by the Pacific Highs in late July, mostly clear skies with intermittent showers were a typical weather of August in Korea. However, torrential rains and flash floods are now a seasonal event of August in recent years. Some meteorologists suspect this unusual phenomenon might be connected with the global change and are concerned about the possibility of change in summer climatic pattern in Korea. August of year 2002 must be remembered to be one of the record breaking months with respect to the rainfall events. In this paper, we analyzed the weather and crop data nationwide for August in 2002, and suggest a few countermeasures necessary to overcome the wet and cool summer impacts on agricultural sector.

Key words : torrential rains, cool summer, flash floods, unusual phenomenon, summer climatic pattern

I. 서 론

우리나라의 2002년 8월은 기록적인 폭우와 저온이 경과된 달이었다. 세계적으로도 2002년 여름은 한발과 홍수 등이 출현한 큰 재난의 계절이었다(홍수 재해: 아프가니스탄, 중국, 자메이카, 칠레, 콜롬비아, 브라질, 인도, 러시아 일본, 방글라데시, 필리핀, 루마니아, 베네수엘라, 터키 등, 가뭄재해: 스리랑카 등).

우리나라의 2002년 여름은 6~7월에 기온과 강우량이 예년수준으로 경과하였지만 8월 4일~10일 사이에 전국적으로 집중호우가 발생하여 강우량이 크게 증가하였고, 8월 6일~15일 사이에는 전국적으로 심한 저온현상이 나타났다(Table 1). 더욱이 벼의 출수기 전 후에 나타난 이와 같은 집중호우와 저온의 경과는 벼

의 침관수 피해와 저온 피해를 가중시켰다.

최근 지구온난화와 환경변화 등의 영향으로 장마 뒤 집중호우가 쏟아지는 등 우리나라의 여름철 강우패턴이 변화하고 있다는 분석이 있으며(기상청, 2002), 이

Table 1. Climatic summary for the 2002 crop season (May 1 to August 25)

기상요소*	년도	5월	6월	7월	8월
평균기온 (°C)	2002년	17.5	22.0	24.9	23.9
	평년	17.7	21.6	25.1	25.8
	평년대비	-0.2	0.4	-0.1	-1.9
강수량 (mm)	2002년	87.6	54.3	208.0	397.7
	평년	88.1	146.6	247.0	209.3
	평년대비	-0.5	-92.3	-39.0	188.4
일조시간 (hr)	2002년	194.9	211.8	127.0	68.6
	평년	230.5	181.3	157.5	163.9
	평년대비	-35.6	30.5	-30.5	-95.3

*: 기상요소는 4개 지역(강릉, 수원, 대구, 광주)의 평균값

리할 경우 우리나라의 여름철 농업환경도 변화될 가능성이 있는 것으로 보인다.

여기서는 금년도 발생한 집중호우와 저온경과에 대하여 농촌진흥청에서 분석한 작물정보와 기상청에서 분석한 기상자료에 대하여 종합적으로 검토하여 현황과 문제점을 파악하고 농업분야의 기상재해 대책에 대한 기본적 정보를 얻고자 하였다.

II. 2002년 기상경과와 집중호우 출현분포 특징

우리나라의 전형적인 여름철 날씨는 북태평양 고기압이 여름기간 동안 확장하여 6월 중순 후반에는 제주도 부근까지 세력을 확장하며, 6월 하순에는 중부지방까지 영향을 끼쳐 우리나라는 전국적으로 장마전선의 영향을 받게 된다. 7월 하순부터는 북태평양 고기

압이 확장하면서 장마전선이 물러나고 8월 중순까지 무더운 여름철로 되는 것이 특징이다. 그러나, 기상청에서 분석한 자료에 의하면 최근 중국 북부내륙지역에서 고온경향이 지속되면서 우리나라 기후에 영향을 미쳐 장마기간에는 중국내륙에서 접근하는 따뜻하고 건조한 성질을 가진 대륙 기단의 영향으로 장마가 소강상태를 보일 때가 많고 강수량이 많지 않은 반면, 북태평양 고기압의 확장으로 수증기의 양이 증가하는 7월 하순 이후에는 북쪽으로부터 찬공기가 남하하여 우리나라 부근의 기층이 불안정해져 국지성 호우 형태의 많은 비가 자주 내리는 경향을 보이고 있다. 우리나라의 집중호우의 원인이 되고 있는 중국 내륙지역의 고온현상과 고압대의 발달은 지구온난화에 따른 중국 내륙지역의 지면 온도 상승과 무관하지 않은 것으로 해석하고 있다(기상청, 2002).

2002년 8월 4일 이후 집중호우로(Fig. 1) 침관수

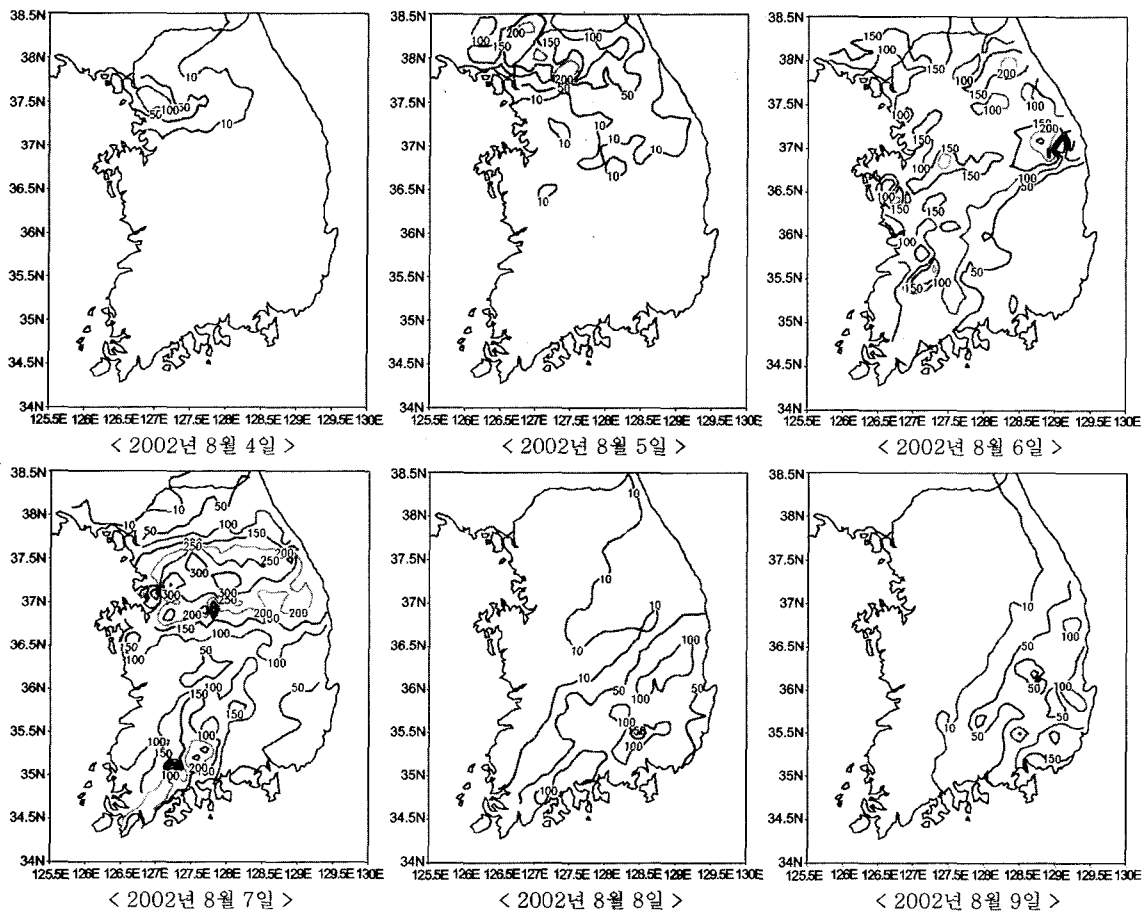


Fig. 1. Daily rainfall distribution during the heavy rainfall events in August 2002.

피해가 발생되었는데, 농촌진흥청 자료에 의하면 전체 침관수 면적은 29,840 ha로 그 중 3일 이상 침수된 농경지가 5천ha 정도로 파악하고 있다(Table 2). 비의

Table 2. Statistics of heavy rainfall events after the monsoonal rainy season (“Jangma”) during the last decade

년도	장마기간 (최초~최종)	장마 후 호우		농경지 피해* (ha)
		호우 기간	주요 호우지역	
1995	6.28~7.24	8.19~8.30	경기, 강원, 충청	6,433
1996	6.19~7.22	7.26~7.28	경기, 강원, 서울	5,577
1998	6.12~7.28	7.31~8.18	전 국	982
1999	6.17~7.20	7.27~8. 4	중북부, 남해안	3,879
2000	6.16~7.19	7.22~7.23	중서부	326
2002	6.23~7.24	8. 4~8.15	전 국	29,840

*: 1995~2000년은 중앙재해대책본부 자료, 2002년은 농촌진흥청 발표자료

Table 3. Rice yields by the times and periods of overhanging flooding (NYAES, 1998)

침관수시기	정상	침관수 기간별 쌀 수량 (kg/10a)				
		1일	2일	3일	4일	평균
출수전 12일	432	206	154	106	60	132
	(100)	(48)	(36)	(24)	(14)	(30)
출수전 5일	466	450	368	311	137	317
	(100)	(97)	(79)	(67)	(29)	(69)
출 수 기	486	378	206	94	28	177
	(100)	(78)	(42)	(19)	(6)	(36)
출수후 5일	486	443	428	412	336	405
	(100)	(91)	(88)	(85)	(69)	(83)

*NYAES : National Yeongnam Agricultural Experiment Station

경우, 금년도 평균 출수기가 조생종 7월 30일, 중생종 8월 10일, 중만생종 8월 17일로 알려져 있으므로 집중호우시의 비의 생육시기는 출수기 전후로 판단되어 Table 3에서와 같이 침관수에 의한 피해가 클 것으로 생각된다.

III. 2002년 8월 저온 및 과조(寡照) 출현분포 특징과 농작물 생육

2002년 8월 2~3반순(8월 6~15일)에는 오호츠크 고기압의 확장에 의한 찬 북동기류가 우리나라로 유입되어 Figs. 2, 3에서와 같이 기온저하 및 과조현상이 심하였다. 8월 2반순에는 태백고냉지, 동해안지대, 영남분지, 중북부내륙지 등에서 평년에 비해 3.5°C 이상으로 기온이 낮았으며, 전국적으로 평년대비 2.5°C 이상 기온이 저하하였다. 8월 3반순에는 기온의 저하가 더욱 두드러져 전국적으로 4~6°C 이상의 평균기온이 저하하여 10여일 정도 저온으로 지속하였다. 일조시간도 전국적으로 반순 별로 평년대비 20~35시간 부족하였으며, 특히 8월 3반순에 중부내륙지, 소백산간지, 차령남부평야지 등에서 일조부족이 극심하였다.

비는 등숙에 알맞은 평균기온이 20~22°C이며, 등숙 초기 평균기온은 25°C, 등숙후기에는 18°C 내외가 알맞다고 한다. 또한 출수기 때 최고기온이 25°C 이하로 5일간 경과하면 저온피해를 입어 불임률이 증가하는 것으로 알려져 있다. Fig. 4에서와 같이 21°C에서는 10% 이상, 20°C에서는 40% 이상 수량이 감수하는 것을 알 수 있다.

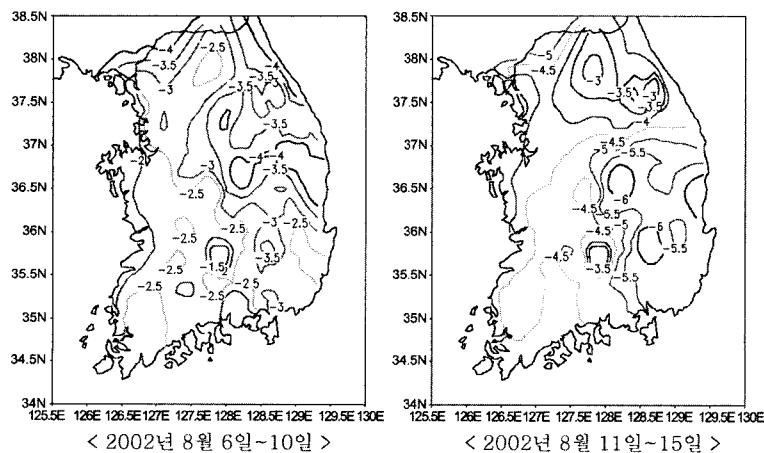


Fig. 2. Temperature anomalies in August 2002.

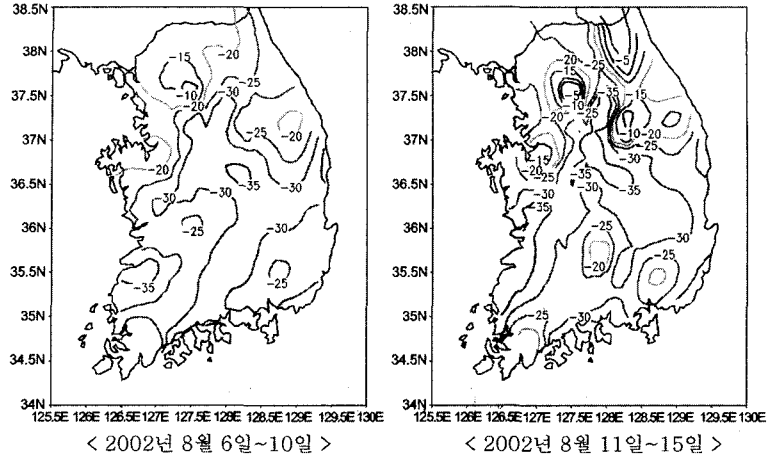


Fig. 3. Sunshine duration anomalies in August 2002.

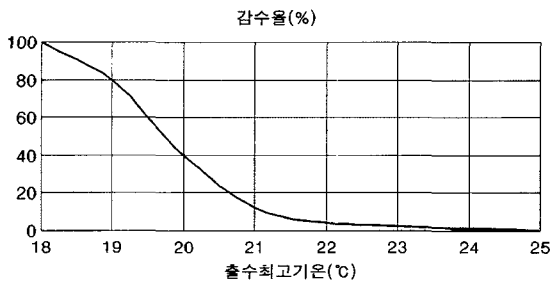


Fig. 4. Relationship between the maximum temperature averaged over 5 days around heading stage and the grain yield reduction.

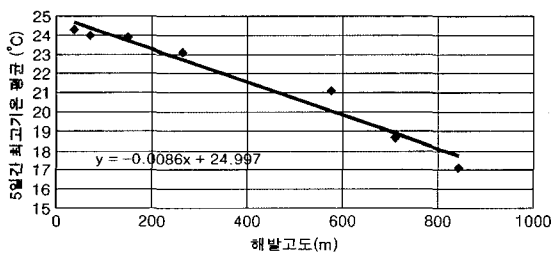


Fig. 5. Changes in daily maximum temperature averaged over 5 days after anthesis as affected by the site elevation.

Fig. 5는 위도가 비슷하고 표고가 다른 지역(수원: 37 m, 이천: 71 m, 원주: 150 m, 제천: 264 m, 진부: 576 m, 태백: 710 m, 대관령: 842 m)에서 중만생종 벼의 출수기간(8월 7~12일)에 벼의 냉해와 관련이 깊은 5일간의 최고기온 평균값의 경과를 나타낸 것이다. 즉, 금년(2002년) 8월 7~12일 사이에 출수한 벼의 경우 표고 400 m 지역에서는 10%, 600 m 지역에서는

Table 4. The heading dates of rice by different eco-types in 2002 (RDA, 2002)

구 분	출수생태형 (기계이앙재배) 별 출수기			
	평 균	조생종	중생종	중만생종
2002년	8월 14일	7월 30일	8월 10일	8월 17일
2001년 대비	1~3일 늦음	3일 늦음	1일 늦음	1일 늦음
평년 대비	1일 늦음	1일 늦음	1일 늦음	1일 늦음

40% 이상의 수량감소가 예상되고, 400 m 이하 지역에서는 5% 정도의 수량감소가 예상된다.

현지 조사 결과, 7월 중순의 저온과 8월 상·중순의 연속강우와 저온 및 일조부족으로 강원도 정선, 평창 등 산간지 일부지역의 조생종 벼에 불임 현상 발생하였으며(정선군 430 ha, 평창군 200 ha), 벼의 출수가 1~3일 늦어지고 출수 기간이 길어지며 등숙이 다소 지연되는 경향을 나타내었다(Table 4).

출수 후 저온 경과가 계속될 경우 등숙기 냉해로 연결되어 수량감소는 더욱 확대될 수 있다. 벼에서는 출수 후 40일간의 평균기온이 22°C(등숙온도: 880°C)인 경우 최고수량을 낼 수 있다고 하며 21~23°C(등숙온도: 840~920°C)를 안전수량 확보온도로 추정하고 있다. Table 5에서와 같이 8월 25일(입수가능 기상자료 수집기간)부터 출수 후 40일까지의 평균기온이 평년보다 평균 1°C 낮게 경과하면 중북부지역과 동해안 지역에서는 중만생종의 경우 수량저하가 예상되지만 남부평야지 등에서는 등숙기 냉해의 위험성은 없는 것으로 나타났다. 다행히, 8월 28일 기상청 1개월 예보는 9월 기온이 평년수준 또는 고온으로 경과한다고

Table 5. Estimated temperature sums during the grain fill period in the 2002 crop season under the 3 long-range temperature forecasts (normal, above normal, and below normal) after 25 August

지역	출수기 (월. 일)	평균기온 적용 시나리오 (8월 25일 이후)			
		1998년 (°C)	평년 (°C)	평년+1°C (°C)	평년-1°C (°C)
수원	7. 30	943	939	952	926
	8. 10	940	894	918	870
	8. 17	942	873	904	842
강릉	7. 30	945	936	949	923
	8. 10	901	865	889	841
	8. 17	900	855	886	824
대구	7. 30	987	986	999	973
	8. 10	952	917	941	893
	8. 17	957	912	943	881
광주	7. 30	975	983	996	970
	8. 10	955	929	953	905
	8. 17	964	916	947	885

발표하고 있어 등숙기 냉해는 크게 우려하지 않아도 될 것 같다. 단지 태풍 등이 내습할 경우 벼에 도복 등의 피해가 나타나므로 작황에 대하여 언급하기에는 아직 이른 감이 있다.

그 밖에 콩에서는 개회수와 꼬투리수가 다소 적은 경향으로 습해와 수정장해가 우려되었고, 참깨는 일조 부족으로 웃자라 도복, 등숙율이 저하하였으며, 과채류는 수정불량, 당도저하, 고랭지 무·배주는 무름병, 무사마귀병, 뿌리썩음병 발생이 증가하여 수량이 감소하였다. 시설채소에서도 일조부족과 과습(過濕)에 의한 웃자람 및 곰팡이 계통의 병 발생이 보고되었으며, 과수에서는 병해발생증가, 동화산물의 축적이 적어 과실 당도 경도 등으로 품질저하 및 꽃눈 발달에 필요한 양분축적 부족으로 내년도 착과 불량이 우려되었다(농촌진흥청, 2002).

IV. 농업기상재해(집중호우와 태풍 피해)

Table 6~7은 중앙재해대책본부에서 조사한 피해액 순위로 본 대규모 호우와 태풍피해 현황을 수정하여 작성한 것이다. 1970년 이전에는 1925년의 대홍수(피해액 순위: 16위)와 1959년(13위)의 태풍피해가 피해액 20위 순위에 기록되어 있으며, 1970년대에는 1972

Table 6. Natural disasters due to torrential rains and typhoons during the last 100 years in Korea ranked by the economic losses

피해액 순위	연도	주요 피해원인	기간 (월. 일)	농경지피해 (ha)
1	1998	집중호우	7.31~8.18	7,888
2	1999	집중호우, 태풍	7.23~8.4	3,879
3	1990	집중호우	9. 9~9.12	7,796
4	1987	태풍	7.15~7.16	9,669
5	1995	집중호우, 태풍	8.19~8.30	6,433
6	1987	집중호우	7.21~7.23	10,891
7	1996	집중호우	7.26~7.28	5,577
8	1989	호우	7.25~7.27	3,657
9	1991	태풍	8.22~8.26	2,440
10	1998	태풍	9.29~10.1	982
11	2000	호우, 태풍	8.23~ 9.1	326
12	1984	집중호우	8.31~ 9.4	4,702
13	1959	태풍	9.15~9.17	216,325
14	1980	집중호우	7.21~7.23	10,596
15	1972	집중호우	8.19~8.20	3,280
16	1925	대홍수	7.18~7.20, 9. 5~9. 7	
17	1989	태풍	7.28~7.29	254
18	1987	태풍	8.30~8.31	1,449
19	1981	태풍	9. 1~9. 4	5,123
20	1991	집중호우	8.19~8.20	3,403

Table 7. Frequency and rankings of heavy rainfall- and Typhoon- caused disasters during the recent decades

연대	피해액 순위	출현횟수
1970년 이전	13, 16위	2회
1971~1980년	14, 15위	2회
1981~1990년	3, 4, 6, 8, 12, 17, 18, 19위	8회
1991~2000년	1, 2, 5, 7, 9, 10, 11, 20위	8회

년의 집중호우(15위)만 순위 안에 있으나, 1980년대에 들어 집중호우 및 태풍의 피해가 증가되고 있고(8회), 1990년대에도 1980년대에 비교하여 출현횟수는 같으나 1순위와 2순위의 피해가 기록되는 등 집중호우나 태풍의 피해빈도는 줄어들 양상을 보이지 않고 있으며, 급후 지구온난화가 지속될 경우, 중국 북부 내륙지역의 고온 현상에 따른 상층 고압대의 발달 가능성이 높기 때문에 우리나라에서 장마 후에 호우가 자주 발생하는 여름철 기후 형태는 앞으로도 되풀이될 가능성이 높을 것으로 전망되고 있어 이에 대한 농업분야의 대책이 시급하다.

V. 결 론

5.1. 금년도 기상전망에 의한 벼 작황 검토

금년도 기상은 1998년과 유사한 경향을 보이고 있다. 1998년도는 7월 31일~8월 18일 사이에 집중호우가 발생하였으나, 벼 작황은 10a 당 482 kg으로 평년보다 12 kg 많았다. 금년도 집중호우 발생은 1998년과 유사하지만 벼에서 저온에 가장 약한 시기인 출수기 전·후에 전국적으로 저온이 경과하였고 중산간지 지역과 동해안 지역에 저온에 의한 불임률이 발생하는 등 평년대비 2~5%의 쌀수량 감소가 예상된다. 다행히 등숙기간에 기온이 고온으로 경과할 경우 쌀수량 감소는 평년수준으로 회복이 가능하나 태풍 또는 등숙기에 저온이 내습할 수 있어 작황을 명확하게 예측하기는 어렵다.

5.2. 여름철 장마패턴 변화에 대한 농업분야의 대책

지구온난화가 지속될 경우, 중국 북부 내륙지역의 고온 현상에 따른 상층고압대의 발달 가능성이 높으며, 따라서 우리나라에서 장마 후에 호우가 자주 발생하는 여름철 기후 형태는 앞으로도 되풀이될 가능성이 높을 것으로 기상청은 전망하고 있다. 따라서 금년도와 유사한 기상유형에 알맞은 품종의 육성이 시급하다. 기후변동에 대응한 벼 품종의 바람직한 특성으로서 유효분얼종지기 이후에 고온과 일조부족으로 인한 소모도장의 우려가 없으며, 등숙기간이 고온과 일조부족, 강우일수의 증가, 등숙후기에 침수와 태풍에 의한 도복의 위험성 등을 극복할 수 있는 벼 품종의 육성을 염두에 두어야 할 것이다(윤, 2001).

5.3. 금후 기후변동과 관련된 검토과제

장마가 끝난 후에도 강우현상이 있으며 때때로 집중호우를 동반하는 최근의 기후양상은 8월과 9월에 일조부족과 더불어 강우일수가 증가하는 경향을 보이고 있

으므로 농업기상 측면에서 몇 가지 검토할 과제를 우리에게 남긴다.

첫째는 적어도 지난 10년간의 벼 생육시기별 기온, 일조시간, 강우일수 등의 연차변이를 분석하고 그 기간동안 최적수량을 구성한 품종에 대한 정보를 확보하는 일이 중요하다. 또한 각 품종에 대한 최적 기상조건과 이상기상에 대한 출현빈도와 지속기간을 파악해야 한다.

둘째는 벼농사 날씨의 변동추세와 더불어 기상전망(단기, 중장기)을 예측한 후 생육시기의 생리적 적응범위에 해당하는 기상여건인지를 결정하여야 한다.

셋째는 기후변동이 벼농사에 미치는 영향을 분석하여, 그 결과를 벼 품종 육성과 재배법 개선의 기초자료로 제공하여야 할 것이다.

끝으로 이상기상의 출현이 빈번하여지고 가뭄, 홍수 등의 집중화 현상이 뚜렷하여지고 있는 요즘, 장기적 안목으로 확실한 국가차원의 방재체제를 구축하는 일이 무엇보다도 시급하며, 농업기상을 포함한 재해대책 분야의 연구, 지도 종사자들의 인적자원 확보와 기술력 향상을 위한 재정적 투자에 우선순위를 두어야 할 것이다.

인용문헌

- 기상청, 2002: 최근 여름철 호우 특성 분석(2002. 8. 16), <http://www.kma.go.kr>
- 농촌진흥청, 2002: 최근 기상에 따른 농작물 관리대책(2002. 8. 18), <http://www.rda.go.kr>
- 영남농업시험장, 1998: 영남농업시험장 연구보고서.
- 윤성호, 2001: 기후변화에 따른 벼 적정 등숙기간의 변동과 대책. 한국농림기상학회지, 3(1), 55-70.
- 중앙재해대책본부, 2002: 대규모 호우와 태풍 피해현황, <http://www.mogaha.go.kr>
- 坪井八十二 著, 李光熙 譯, 1983: 韓國의 農業生産과 氣象技術, 圖書出版 技多利.