

## 기후변화에 따른 맥종별 재배실태와 보급종 보급지역에 의한 재배한계지 평가

박현화<sup>1</sup> · 이효진<sup>2</sup> · 노석원<sup>3</sup> · 황보훈<sup>4</sup> · 국용인<sup>5,†</sup>

### Evaluation of Cultivation Limit Area for Different Types of Barley owing to Climate Change based on Cultivation Status and Area of Certified Seed Request

Hyun Hwa Park<sup>1</sup>, Hyo Jin Lee<sup>2</sup>, Sug Won Roh<sup>3</sup>, Hoon Hwangbo<sup>4</sup>, and Yong In Kuk<sup>5,†</sup>

**ABSTRACT** This study was conducted to determine the extent to which climate change is expanding areas in which barley can be successfully cultivated. In 2019 and 2020, we collected data on areas that had requested certified seeds from the Korea Seed and Variety Service to determine potential cultivation areas. In addition, we surveyed the growth and yield of different types of barley in fields. Certified seeds of hulled and dehulled barley were requested by farmers across Korea from the Korea Seed and Variety Service in both years. Areas that were provided with certified seeds were considered potential barley cultivation areas. The varieties and use rates of certified seeds varied based on the barley type and region. For example, certified seeds of dehulled barley in 2019 and 2020 were not used in some areas, whereas in others, these seeds constituted 100% of the seeds sown for barley crops. In 2019 and 2020, the average sowing days in Korea were from October 17 to November 9 for dehulled barley, October 26 to November 13 for hulled barley, October 19 to November 5 for malting barley, and October 3 to November 1 for naked oats. Thus, the sowing days of the barley types varied depending on the area and year they were used. For example, in the case of hulled barley in Jeonnam, some farmers sowed until December 12. The yield per 10 a of barley cultivation was typically higher in the main production areas than in the cultivation limit areas. In extreme cases, harvest was impossible in some cultivation limited areas, such as Gangwon-do. Based on the current 20-year January minimum average temperature (JMAT) in Korea (2002–2021), climate change scenarios suggest that barley cultivation is feasible, provided that the minimum temperature in January is no lower than -10°C, -8°C, and -4°C for hulled barley, dehulled barley, and for malting barley and naked oats, respectively. Additionally, cultivation of barley across South Korea seems feasible based on data on certified barley seeds by area. Although both JMAT and certified seed data suggest that barley cultivation across Korea is feasible, our survey results of barley growth and yield showed that harvest was impossible in certain cultivation areas, such as Gangwon-do. Therefore, climate change scenarios related to the cultivation limits of different barley types need to be re-estimated by factoring in survey data on the growth and yield of crops within those cultivation areas.

**Keywords** : barley, certified seed, climate change, growth, yield

**기후변화(Climate change)**는 세계적 또는 지역적 기후의 변화에 큰 영향을 미칠 수 있다. 지난 100년간(1912~2008) 변화로서 작물의 생육시기별 생육특성 등의 농업생태계 변 우리나라 6대 기상관측지점의 평균기온은 약 1.7°C 정도

<sup>1</sup>순천대학교 박사과정 (Ph. D Student, Dep. of Oriental Medicine Resources, Suncheon National Univ., Suncheon 57922, Republic of Korea)

<sup>2</sup>순천대학교 석사과정 (MS Student, Dep. of Oriental Medicine Resources, Suncheon National Univ., Suncheon 57922, Republic of Korea)

<sup>3</sup>농촌진흥청 식량산업기술팀 지도사 (Extension Specialist, Rural Development Administration Food Crop Industry Technology Service Division, Jeonju 54875, Republic of Korea)

<sup>4</sup>국립종자원 식량종자과 연구사 (Extension Specialist, Crop seed Production & Distribution Div., Korea Seed & Variety Service, Gimcheon 39660, Republic of Korea)

<sup>5</sup>순천대학교 바이오한약자원학과 교수 (Professor, Dep. of Oriental Medicine Resources, Suncheon National Univ., Suncheon 57922, Republic of Korea)

†Corresponding author: Yong In Kuk; (Phone) +82-61-750-3286; (E-mail) [yikuk@suncheon.ac.kr](mailto:yikuk@suncheon.ac.kr)

<Received 9 May, 2022; Revised 13 May, 2022; Accepted 15 May, 2022>

상승하여 세계 평균의 상승률(0.89°C)에 비해 약 2배를 상회하고 있다(Lee & Oh, 2020; NIMR, 2009). 이러한 기후 변화로 지난 100년 간 여름 지속기간이 13~17일 정도 늘고, 겨울철 지속기간은 22~49일 정도 단축되었다. 또한 기후 변화는 농업부문에서는 토양 유실과 물 부족 등 농업 기반을 악화시키고, 새로운 병해충과 잡초가 발생하고 있으며, 농작물 재배 환경의 변화로 수량과 품질의 저하가 우려된다(Ahn *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2008; Yun *et al.*, 2001). 특히, 작물재배 적지가 과거에 비해 북상하고 있어 농가에서 적용할 수 있는 재배시기, 시비방법, 물관리 및 품종개량 등에 중점을 두고 연구가 수행되어야 할 것이다. 그러나 지구 온난화가 여름작물에는 부정적인 영향을 끼치는 반면에 보리와 같은 겨울작물의 경우 월동 기간과 재생기에서 기온상승으로 긍정적인 효과를 전망하는 연구도 발표되고 있다(Holden *et al.*, 2003; Shim *et al.*, 2002; Shim *et al.*, 2011).

작물별 안전재배 지대는 지역별로 각 작물의 주요 생육 시기에 따라 생육과 수량에 크게 영향을 주지 않은 유사한 기후요소의 분포를 가진 지역들을 의미한다(Choi & Yun, 1989). 따라서 작물의 안전재배지대를 구분하는 데에는 기상조건, 토양조건, 작물의 특성 등을 고려하지만, 그 가운데 기상조건으로 재배한계지를 구분할 수 있다(Choi, 2001). 기상조건에 의한 안전재배지대 결정은 실제로 작물을 각 지역에 재배하여 수량 감소 유무 등을 고려하여 구분하는 방법이 있지만, 이 방법은 가장 과학적이고 합리적인 방법이지만 대단한 시간과 노력이 필요하다(Cha & Kim 1989). 또한 현재의 재배지역을 조사하여 그 한계지의 기상환경을 조사하여 같은 기상환경의 지점을 연결하여 안전재배지대를 구분하는 방법이 있다. 또 다른 방법으로는 재배한계지와 농작물의 작황, 그리고 기상환경과의 관계를 충분히 고려하여 이론적으로 안전재배지대를 추정하는 방법으로서 현재 뿐만 아니라 미래 예상되는 안전재배지를 추정할 수 있다.

겨울보리의 재배한계선은 월동기간 중 가장 추운 달의 평균기온과 최저기온을 기준으로 설정하고 있다(Ha, 2000). 기후 온난화에 의해 기상환경의 경우 현재 10년(2011-2020)은 그 이전(1981-2010)에 비해 달라졌다. 겉보리의 경우 안전재배 한계선(1월 평균기온 -4°C 이상, 1월 최저기온 평균 -10°C 이상)에 해당하는 지역이 황해도 남부-경기 북동부-충북 북부-강원, 함경남도 해안은 물론 황해도와 평안남도 대부분으로 확장되었다. 또한 쌀보리의 안전재배 한계선(1월 평균기온 -3°C 이상, 1월 최저기온 평균 -8°C 이상)은 경기도 남부 충청도-경북내륙으로, 맥주보리의 안전재배 한계선(1월평균기온 0°C 이상, 1월 최저기온 평균 -4°C 이

상)은 전라남도과 경상남도 내륙지방으로 확장되었다(Kim *et al.*, 2012).

그러나 이들 맥류 안전재배 한계선은 미래 기후시나리오에 근거한 10년 단위 1월 기온분포도(평균, 최저기온)에 적용하여 재배가능지역을 도출하였다. 따라서 본 연구는 기후 변화에 따른 맥종별(겉보리, 쌀보리 등) 주산지 및 재배한계지 재배현황, 수확량, 보급종자 지역 등을 조사하여 재배한계지를 알아보고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 보급종 종자 보급지역에 기초한 재배한계지 추정

국립종자원에서 2019년과 2020년에 농가에서 신청한 보급종자는 쌀보리 경우 새쌀보리, 흰찰쌀보리, 누리찰쌀보리, 재안찰쌀보리 등이 보급되었고, 이들 종자 중 한 품종이라도 보급되었다면 그 지역을 쌀보리 보급지역이라고 표기하였다. 또한 겉보리 경우는 큰알보리1호, 올보리, 영양보리 등이 보급되었고, 이들 종자 중 한 품종이라도 보급되었다면 그 지역을 겉보리 보급지역이라고 표기하였다. 이들 종자가 보급된 읍·면 지역의 위도와 경도를 지도 상에 표기하여 맥류의 재배가능지역으로 추정하였다. 또한 이들 종자가 보급된 지역의 시·군과 읍·면 수를 표로 작성하였다.

### 맥종별 재배실태 조사에 기초한 재배한계지 설정

전국 맥종별 재배지역은 각 시·군 농업기술센터에 의뢰하여 재배 실태를 설문조사 형식으로 조사하였고, 일부는 전화 및 농가를 직접 방문하여 조사하였다. 2020년에는 전국 재배실태의 경우 쌀보리 67지역 324 농가, 겉보리 65지역 317 농가, 맥주보리 11지역 25 농가와 쌀귀리 5지역 13 농가를 대상으로 총 148 시·군의 679 농가를 조사하였다. 2021년에 맥종별 전국 재배실태의 경우 쌀보리 71지역 276 농가, 겉보리 71지역 232 농가, 맥주보리 11지역 18 농가와 쌀귀리 7지역 12 농가를 대상으로 총 160 시·군의 538 농가를 조사를 하였다. 조사시기는 2020년과 2021년 각각 1월에서 6월까지 조사하였다. 조사항목은 재배면적, 재배품종, 파종일, 보급종자 사용 유무와 수확기 수량 등을 조사하였다. 수량은 2020년에는 쌀보리(품종: 재안쌀보리) 25농가, 겉보리(품종: 올보리), 11농가, 맥주보리(품종: 광맥, 호품) 26 농가, 쌀귀리(품종: 조양, 대양) 13 농가를 조사하였다. 2021년에도 2020년과 같이 맥종별 동일한 품종을 대상으로 조사하였으나 쌀보리 경우는 28 농가, 겉보리 22 농가, 맥주보리 7 농가, 쌀귀리 8 농가를 조사하였다.

**기상자료에 기초한 맥종별 재배한계지 재추정**

맥종별 재배한계선을 추정하기 위하여 1월 평균온도와 1월 평균 최저온도에 관한 기상자료는 기상청 산하 69개 관측지점에서 관측한 자료를 활용하였다. 기상자료는 1980-2000년과 2001-2022년으로 나누어 조사하여 이것에 근거하여 보급종 종자 보급지역과 지역별 재배실태 조사에 의해 맥류 재배한계선으로 추정하였다.

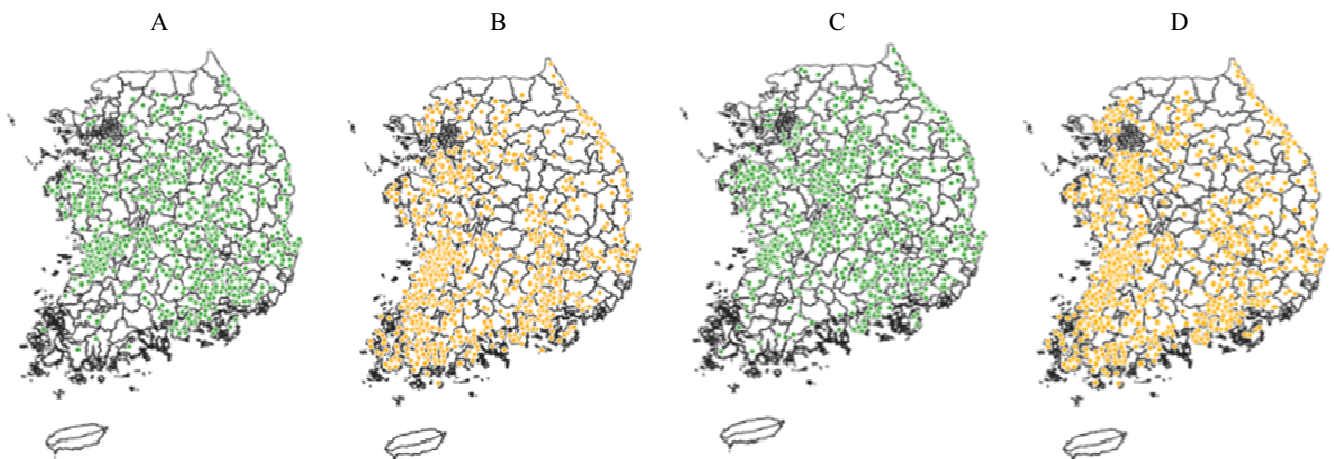
**결과 및 고찰**

**연차별 쌀보리 및 겉보리 종자 보급지역에 기초한 재배한계지 추정**

2019년 전국 쌀보리 종자 보급 시·군과 읍·면 수를 조사해 본 결과 각각 134 시·군과 744 읍·면에 보급되었다 (Table 1, Fig. 1). 쌀보리 재배한계지인 경기와 강원

**Table 1.** Areas provided with certified seeds of different barley types in 2020 and 2021.

Year	Province	Dehulled barley		Hulled barley	
		No. of city or county	No. of town or village	No. of city or county	No. of town or village
2020	Jeonnam	22	151	10	15
	Jeonbuk	14	119	13	95
	Gyeongnam	17	106	18	104
	Gyeongbuk	22	123	22	157
	Chungnam	14	78	14	83
	Chungbuk	8	14	11	72
	Gyeonggi	23	87	19	35
	Gangwon	14	66	13	73
	Total	134	744	120	634
2021	Jeonnam	22	143	13	22
	Jeonbuk	16	144	13	71
	Gyeongnam	17	107	17	91
	Gyeongbuk	22	133	22	137
	Chungnam	11	69	14	98
	Chungbuk	9	15	11	89
	Gyeonggi	22	101	19	40
	Gangwon	14	76	17	89
	Total	133	788	126	637



**Fig. 1.** Distribution of areas provided with certified seeds of hulled (A, C) and dehulled barley (B, D) in 2020 (A, B) and 2021 (C, D) in South Korea.

우도 각각 23 시·군의 87읍·면과 14 시·군의 66 읍·면에 보급된 것으로 보아 우리나라 전역에 쌀보리가 재배되는 것으로 판단된다. 2019년 전국 겉보리 종자 보급 시·군과 읍·면 수를 조사해 본 결과 각각 120 시·군의 634 읍·면에 보급되었다. 겉보리 재배한계지인 경기와 강원도 경우도 각각 19 시·군의 35읍·면과 13 시·군의 73 읍·면에 보급된 것으로 보아 쌀보리처럼 우리나라 전역에 겉보리가 재배되는 것으로 판단된다.

2020년 전국 쌀보리 종자 보급 시·군과 읍·면 수를 조사해 본 결과 각각 133 시·군과 788 읍·면에 보급되었다. 쌀보리 재배한계지인 경기와 강원도 경우도 각각 22 시·군의 101 읍·면과 14 시·군의 76 읍·면에 보급된 것으로 보아 2019년처럼 2020년에도 우리나라 전역에 쌀보리가 재배되는 것으로 판단된다. 2020년 전국 겉보리 종자 보급 시·군과 읍·면 수를 조사해 본 결과 각각 126 시·군과 637 읍·면에 보급되었다. 겉보리 재배한계지인 경기와 강원도 경우도 각각 19 시·군의 40 읍·면과 17 시·군의 89 읍·면에 보급된 것으로 보아 2019년처럼 2020년에도 우리나라 전역에 겉보리가 재배되는 것으로 판단된다. 그러나 일부 종자를 보급 받고 다른 용도로 사용하거나 재배하지 않은 농가도 있으나 대부분 보급된 종자를 재배되는 것으로 판단된다. 따라서 실제로 보급종 종자가 보급되어 파종한 농가를 대상으로 맥종별 생육 및 수량 등에 관한 영향평가를 실시하여 재배한계지로 설정되어야 할 것으로 판단된다.

### 연차 및 맥종별 재배 품종 및 평균 파종일

2020년 전국 148 시·군의 679 농가에 대한 맥류재배 농가 실태조사 결과, 쌀보리는 지역별로 볼 때 2~5개 품종을 재배하였고, 이중 전남, 전북, 경남에서 흰찰쌀보리 품종을 가장 많이 재배하였다(Table 2). 경북, 충남, 충북, 강원은 재안찰쌀보리 품종을 가장 많이 재배하였고, 경기도는 새찰쌀을 가장 많이 재배하였다. 겉보리는 지역별로 볼 때 1~4개 품종을 재배하였고, 전북, 경남, 경북은 큰알보리1호, 충북과 강원은 울보리를 가장 많이 재배하고 있었다. 그 밖의 지역 중 전남은 흑수정, 충남은 해양, 경기도는 다향 품종을 가장 많이 재배하였다. 맥주보리는 지역별로 볼 때 광맥, 호품, 누리맥 품종을 재배하고 있었다. 지역별로 특정 품종이 많이 재배되는 것은 이들 품종들이 그들 지역에 재배가 적합하는 것으로 판단되고, 또한 이들 품종들이 농가에 보급되기 때문으로 사료된다. 쌀귀리도 지역별로 볼 때 조양, 대양, 명품 품종을 재배하고 있었다. 쌀보리 경우 지역별로 보급 종자 사용율은 48~100%이었고, 이중 강원 지역은 100% 보급 종자를 사용하였다. 겉보리 경우 지역별로 보급

종자 사용율은 0~100% 이었고, 이중 강원 지역은 100%, 전남 지역은 전혀 보급 종자를 사용하지 않았다. 전국 쌀보리 평균 파종일은 10월 17일~11월 9일이었고, 충북지역이 10월 17일 가장 빨리 파종하였고, 충남은 11월 9일 가장 늦게 파종하였다. 전남의 경우는 12월 12일까지도 파종한 농가가 있었고, 전북의 경우는 12월 25일까지도 파종한 농가가 있었다. 실제로 기후변화 따른 전남지역 맥종별 적정 파종기 재설정 시험에서 맥종별로 다소차이가 있으나 파종가능기간은 10월 하순-12월 상순이었다고 보고 하였고, 경남 등의 지역에서도 과거에 비해 파종가능 기간이 늦어지는 것으로 보고되었다(Min *et al.*, 2019; Yoon *et al.*, 2019).

전국 겉보리 평균 파종일은 10월 26일~11월 13일로 경기지역이 10월 26일 가장 빨리 파종하였고, 충남은 11월 13일 가장 늦게 파종하였다. 경남은 12월 15일까지, 경북은 12월 20일까지 파종한 농가가 있었다. 전국 맥주보리 평균 파종일은 10월 27일~11월 5일이었고, 전남이 10월 27일로 가장 빨리 파종하였고, 경남과 충남은 11월 5일로 가장 늦게 파종하였다. 전국 쌀귀리 평균 파종일은 10월 17일~11월 1일이었다. 강원이 10월 17일로 가장 빨리 파종하였고, 충남이 11월 1일로 가장 늦게 파종하였다.

2021년 전국 160 시·군의 538 농가에 대한 맥류재배 농가 실태조사 결과, 쌀보리는 지역별로 볼 때 2~3개 품종을 재배하였고, 이 중 강원, 충북, 충남, 경북에서 재안찰쌀보리 품종을 가장 많이 재배하였다(Table 3). 경남, 전북과 전남은 흰찰쌀보리 품종을 가장 많이 재배하였고, 경기도는 새찰쌀보리 품종을 가장 많이 재배하였다. 겉보리는 지역별로 볼 때 1~3개 품종을 재배하였고, 강원과 충북은 울보리 품종을 가장 많이 재배하였고, 경북, 경남, 전북은 큰알보리 1호 품종을 가장 많이 재배하였다. 그 밖의 경기도는 다향, 충남은 해양, 전남은 흑수정 품종을 가장 많이 재배하였다. 맥주보리는 주로 재배지역에서 광맥, 호품 품종을 재배하였다. 쌀귀리도 주로 재배지역에서 조양, 대양, 명품, 삼한 품종을 재배하고 있었다. 지역별 맥종별 재배품종은 2020년과 2021년이 유사하였다.

쌀보리 경우 지역별로 보급 종자 사용율은 86~100% 이었고, 이 중 충북 지역은 100% 보급 종자를 사용하였다. 겉보리 경우 지역별로 보급종자 사용율은 0~100% 이었고, 이 중 강원, 충북, 충남 지역은 100% 종자를 보급 받은 것으로 조사되었다. 전국 쌀보리 평균 파종일은 10월 26일~11월 2일이었고, 강원과 경남지역이 10월 26일 가장 빨리 파종하였고, 충북과 경남 지역이 11월 2일 가장 늦게 파종하였다. 전국 겉보리 평균 파종일은 10월 27일~11월 5일이었고, 경기지역이 10월 27일로 가장 빨리 파종하였고, 경

Table 2. Cultivation characteristics of different barley types in 2020, South Korea.

Province	Type	No. of surveying area (city, county)	No. of surveying field	Cultivated area (ha)	Variety (Many order)	Use rate (%) of certified seed	Range of seeding day	Average seeding day
Jeonnam	Dehulled barley	5	23	70.8	Hinchalssa, Saechalssal, Yeongbaekchal, Nurissal, Nolanchalssal, Heukgwag, Hogang, Heukbochal	57	10. 20.~12. 12.	10. 30.
	Hulled barley	4	9	55.3	Heuksoojeongchal, Heukdahyang, Hyemi	0	10. 28.~11. 05.	10. 29.
	Malting barley	4	11	31.3	Hopum	73	10. 22.~11. 02.	10. 27.
	Naked oats	2	7	25	joyang	0	10. 20.~11. 08.	11. 01.
Jeonbuk	Dehulled barley	5	87	678	Hinchalssal, Nurichal, Saessal, Ganghocheong	95	10. 20.~12. 25.	10. 27.
	Hulled barley	6	64	752	Keunalborilho, youngyang, Ol, Dahyang, Heukdahyang	95	10. 20.~11. 20.	10. 26.
	Malting barley							
	Naked oats	1	2	8	Daeyang, joyang	100	10. 25.~11. 06.	10. 31.
Gyeongnam	Dehulled barley	11	36	83.5	Hinchalssal, Hogang, Boseokssal, Pungsanchapssal, Saessal	64	9. 25.~11. 22.	11. 04.
	Hulled barley	10	27	74.1	Keunalborilho, Ol	67	10. 03.~12. 15.	11. 07.
	Malting barley	6	13	28.8	Kwangmaeg, Hopum, Nurimaeg	54	9. 30.~12. 28.	11. 05.
	Naked oats							
Gyeongbuk	Dehulled barley	15	72	29	Jaechal, Nurissal, Boseokssal	95	10. 10.~11. 25.	10. 30.
	Hulled barley	16	69	288.1	Keunalborilho, Ol	90	10. 07.~12. 20.	11. 01.
	Malting barley							
	Naked oats							
Chungnam	Dehulled barley	11	34	110	Jaechal, Hinchalssal	82	10. 20.~11. 30.	11. 09.
	Hulled barley	7	12	28.6	haeyang	75	10. 20.~12. 07.	11. 13.
	Malting barley	1	1	1	Kwangmaeg	0	11. 05.	11. 05.
	Naked oats	1	2	2	myeongpum	0	10. 28.~11. 05.	11. 01.
Chungbuk	Dehulled barley	3	5	3.7	Jaechal, Nuri, Hinchalssal	67	10. 15.~10. 20.	10. 17.
	Hulled barley	7	75	64.1	Ol, Dahyang, youngyang, Hyemi	97	10. 07.~11. 10.	10. 30.
	Malting barley							
	Naked oats							
Gyeonggi	Dehulled barley	8	31	35	Saechalssal, dapung, Hinchalssal, Ganghocheong	48	10. 01.~11. 24.	10. 24.
	Hulled barley	5	14	15.9	Dahyang, Hyemi, Boseokchal, Ol	27	9. 27.~11. 10.	10. 26.
	Malting barley							
	Naked oats							
Gangwon	Dehulled barley	9	36	12	Jaechal, Boseokchal, Nulichal	100	9. 30.~11. 27.	10. 26.
	Hulled barley	10	47	18.5	Ol, youngyang	100	10. 03.~11. 25.	10. 29.
	Malting barley							
	Naked oats	1	2	0.4		0	10. 03.~11. 01.	10. 17.
<b>Total</b>		<b>148</b>	<b>679</b>					

**Table 3.** Cultivation characteristics of different barley types in 2021, South Korea.

Area	Type	No. of surveying area (city, county)	No. of surveying field	Cultivated area (ha)	Variety (Many order)	Use rate (%) of certified seed	Range of seeding day	Average seeding day
Gyeonggi	Dehulled barley	8	31	37.9	Saechalssal.dapung. Hinchalssal	97.0	10. 07.~11. 20.	10. 28.
	Hulled barley	8	15	14.7	Dahyang. Ol. Haeyang	40.0	10. 10.~11. 15.	10. 27.
	Naked oats	1	1	5.0	Joyang	-	10. 03.	10. 03.
Gangwon	Dehulled barley	10	33	16.2	Jaeanchal.Nulichal	90.9	10. 12.~11. 05.	10. 26.
	Hulled barley	10	24	13.7	Ol	100.0	10. 05.~11. 10.	10. 30.
	Malting barley	1	1	0.4	Kwangmaeg	0.0	10. 20.	10. 20.
Chungbuk	Dehulled barley	1	2	2.3	Jaeanchal. Hinchalssal	100.0	11. 01.~11. 03.	11. 02.
	Hulled barley	6	33	47.8	Ol. youngyang. Keunalbori1ho	100.0	10. 10.~11. 25.	11. 03.
	Malting barley	1	1	0.1	Kwangmaeg	100.0	10. 19.	10. 19.
Chungnam	Dehulled barley	14	43	137.8	Jaeanchal. Hinchalssal	88.4	10. 10.~11. 30.	10. 30.
	Hulled barley	9	27	19.7	Haeyang. Youngyang	100.0	9. 30.~11. 29.	11. 01.
	Malting barley	1	1	0.3	Kwangmaeg	0.0	11. 05.	11. 05.
	Naked oats	1	1	1.0	Myeongpum	-	10. 30.	10. 30.
Gyeongbuk	Dehulled barley	14	45	65.3	Jaeanchal. Nulichal., Hinchalssal	93.3	9. 25.~12. 02.	10. 30.
	Hulled barley	17	68	102.6	Keunalbori1ho. Ol. Youngyang> Dahyang	86.8	10. 03.~12. 03.	11. 01.
Gyeongnam	Dehulled barley	10	21	55.8	Hinchalssal. Pungsanchapssal	85.7	10. 25.~11. 20.	11. 02.
	Hulled barley	8	16	26.6	Keunalbori1ho. Youngyang	87.5	10. 25.~11. 23.	11. 05.
	Malting barley	2	4	17.0	Hopum. Kwangmaeg. Nurimaeg	75.0	11. 03.~11. 20.	11. 10.
Jeonbuk	Dehulled barley	9	80	464.9	Hinchalssal. Nulichal. Nolanchalssalbori	97.5	10. 23.~11. 05.	10. 26.
	Hulled barley	11	47	201.3	Keunalbori1ho. Youngyang. Dahyang	-	10. 21.~11. 13.	10. 30.
	Malting barley	2	2	2.8	Kwangmaeg	-	10. 14.~11. 10.	10. 25.
	Naked oats	3	3	15.5	Joyang, Daeyang, Samhan	-	10. 19.~11. 03.	10. 25.
Jeonnam	Dehulled barley	5	21	56.8	Hinchalssal. Saessal. Jaeanchal. Nolanchalssal	85.7	10. 24.~11. 10.	10. 27.
	Hulled barley	2	2	48.6	Heuksoojeongchal. Hyemi	83.3	10. 30.~11. 05.	11. 03.
	Malting barley	4	9	30.8	Hopum. Kwangmaeg	66.7	10. 25.~11. 03.	10. 27.
	Naked oats	2	7	30.2	Joyang	-	10. 20.~11. 03.	10. 30.
<b>Total</b>		<b>160</b>	<b>538</b>					

남 경남지역이 11월 5일로 가장 늦게 파종하였다. 전국 맥주보리 평균 파종일은 10월 19일~11월 5일이었고, 충북 지역이 10월 29일로 가장 빨리 파종하였고, 충남지역이 11월 5일로 가장 늦게 파종하였다. 쌀귀리 평균 파종일은 경기지역이 10월 3일로 가장 빨리 파종하였고, 전북은 10월 25일 그리고 충남과 전남은 10월 30일 파종하였다. 종합적으로 볼 때 2020년과 2021년 맥종별 파종일을 조사한 결과 기후변화 등으로 인하여 파종일이 늦어지고 파종 가능기간도 늘어나는 것으로 판단된다. 따라서 파종일과 파종가능기간 변경으로 인하여 기존의 맥류 표준재배법의 수정 및 보완에 관한 연구가 수행되고 있다(An *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2013).

### 연차 및 맥종별 수확량 실태조사

2019년 전국 쌀보리 21개 재배지역의 파종은 10월 10일~11월 10일 사이에 파종하였다(Table 4). 이들 지역에 10a당 수량은 0~540 kg으로 차이가 많았다. 특히 강원지역 중 강릉2와 춘천2 지역은 각각 11월 5일과 10월 15일에 파종하였으나 작황불량으로 수확을 포기하였다. 그 밖의 강원지역의 춘천1, 고성과 홍천은 10a당 수량은 80~144 kg 상대적으로 적었다. 경기 포천의 경우 11월 2일에 파종하였으나 작황불량으로 수확을 포기하였다. 경기 안성과 양평의 경우도 10a당 수량은 225~300 kg 상대적으로 적었다. 충북 영동과 증평의 경우도 10a당 수량은 240~375 kg 상대적으로 적었다. 그러나 충남의 청양, 홍성, 아산 지역의 10a당 수량은 300~549 kg으로서, 이중 아산2 지역은 10a당 수량이 549 kg으로서 가장 많았다. 일반적으로 쌀보리 주산지 지역인 경북 구미, 예천과 전북 김제와 전남 나주 경우 10a당 수량은 360~480 kg으로서 경기 및 강원지역에 비해 많았다. 쌀보리 21개 재배지역 중 7개 지역은 전년 대비 수량이 8~20% 증가한 것으로 조사되었다.

전국 겉보리 11개 재배지역의 파종은 10월 25일~11월 8일 사이에 파종하였다. 이들 지역에 10a당 수량은 60~600 kg으로 차이가 많았다. 특히 재배한계 지역인 강원 지역의 경우 10a당 수량은 60~316 kg으로 지역 간에 큰 차이를 보였다. 경기 지역의 경우도 10a당 수량은 260~600 kg으로 큰 차이를 보였다. 충북 지역의 10a당 수량은 250~400 kg으로 지역 간에 차이를 보였으나 재배한계지인 강릉과 춘천1에 비해 높았다. 겉보리 11개 재배지역 중 5개 지역은 전년 대비 수량이 5~30% 증가하는 것으로 조사되었다.

전국 맥주보리 26개 재배지역의 파종은 10월 22일~11월 13일 사이에 파종하였다. 이들 지역에 10a당 수량은 0~480 kg으로 차이가 많았다. 특히 재배한계 지역인 충남지

역 부여의 경우 11월 5일에 파종하였으나 작황불량으로 수확을 포기하였다. 그 밖의 경남 6개 지역, 전북 6개, 전남 13개 지역의 10a당 수량은 각각 290~440, 420~480 및 380~450 kg으로서 재배 주산지에서는 큰 차이가 없었다. 맥주보리 26개 재배지역 중 10개 지역은 전년대비 수량이 5~15% 증가하는 것으로 조사되었다.

전국 12개 쌀귀리 재배지역의 파종은 10월 25일~11월 5일 사이에 파종하였다. 이중 부여 2개 지역은 동해로 거의 고사하였고, 사천 지역은 비배관리 실패로 수확을 포기하였다. 그러나 전북 4개 지역과 전남 5개 지역의 경우는 10a당 수량은 260~340 kg으로서 주산지 지역 간에는 큰 차이가 없었다.

2020년 전국 쌀보리 28개 재배지역의 파종은 10월 10일~11월 5일 사이에 파종하였다(Table 5). 이들 지역에 10a당 수량은 155~440 kg으로 차이가 많았다. 특히 일부 강원지역의 경우 2019년에는 작황불량으로 수확이 불가능하였으나, 2020년에는 비록 다른 지역에 비해 수량은 적었으나, 10개 강원지역에서 10a당 수량은 155~270 kg으로 조사되었다. 이러한 연차별 차이는 2019년과 2020년 춘천의 1월 평균 최저기온은 각각 -9.8와 -4.6°C를 보였고, 강릉의 1월 평균 최저기온은 -1.1와 1.7°C를 보여 2019년 1월 최저기온이 2020년보다 낮았기 때문으로 사료된다(기상청 자료). 경기도 10개 지역의 10a당 수량은 265~351 kg으로 강원지역에 비해 수량이 많았다. 또한 충북 3지역과 충남 1지역의 10a당 수량은 350~410 kg으로서 경북 2지역, 전북 1지역, 전남 1지역의 350~440 kg과 유사하였다. 쌀보리 28개 재배지역 중 10개 지역은 전년대비 수량이 3~25%였고, 8지역은 10~50% 감소하는 것으로 조사되었다.

전국 겉보리 22개 재배지역의 파종은 10월 10일~11월 8일 사이에 파종하였다. 이들 지역에 10a당 수량은 280~480 kg으로 차이가 많았다. 재배한계지 지역인 강원 7지역과 경기 9지역의 10a당 수량은 각각 370~420 kg과 280~435 kg 으로서 재배 주산지인 충북 5지역과 경북 1지역의 320~480 kg과 큰 차이가 없었다. 겉보리 22개 재배지역 중 10개 지역은 전년대비 수량이 3~21% 증가하는 것으로 조사되었다.

전국 맥주보리 7개 재배지역(경남 1지역, 전북 2지역, 전남 4지역)의 파종은 10월 24일~11월 10일 사이에 파종하였다. 이들 지역에 10a당 수량은 350~450 kg으로 지역 간에 큰 차이는 없었다. 맥주보리 7개 재배지역 중 3개 지역은 전년대비 수량이 10~40% 감소하는 것으로 조사되었다. 전국 8개 쌀귀리 재배지역의 파종은 10월 19일~11월 3일 사이에 파종하였다. 이 중 전북 4지역과 전남 4지역

**Table 4.** Differences in yield by barley type in 2020, South Korea.

Type	Area	Seeding day (Month/day)	Cultivated area (ha)	Yield (kg)	Yield (kg/10a)	Yield increase rate (%) compared to previous year
Dehulled barley (cv. Jaeanchal)	Gangneung 1	11. 10.	0.6	1,714	343	0
	Gangneung 2	11. 05.	0.5		0	-
	Goseong	10. 15.	2.6	2,667	100	Decrease (D)
	Sokcho	11. 05.	0.4	1,080	295	0
	Chuncheon 1	10. 28.	1.1	853	80	10%
	Chuncheon 2	10. 15.	0.5		0	-
	Chuncheon 3	10. 15.	0.1	400	325	10%
	Hongcheon	10. 31.	0.2	240	144	20% (D)
	Pocheon	11. 02.	0.3		0	-
	Anseong	10. 30.	0.7	1,500	225	0
	Yangpyeong	10. 30.	0.4	1,200	300	0
	Yeongdong	10. 20.	0.3	1,000	375	0
	Jeungpyeong	11. 10.	1.0	2,400	240	0
	Cheongyang	10. 25.	0.2	760	380	0
	Hongseong	11. 10.	0.3	900	300	D
	Asan 1	10. 29.	4.0	19,500	488	20%
	Asan 2	10. 29.	0.9	4,774	549	20%
	Gumi	10. 25.	0.1	300	450	8%
	Yecheon	10. 28.	0.3	1,080	360	0
	Gimje	10. 25.	0.5	2,000	400	10% D
Naju	11. 05.	0.7	3,200	480	0	
Hulled barley (cv. Ol)	Gangneung	11. 10.	0.1	257	193	5%
	Sokcho	11. 05.	0.4	1,160	316	0
	Chuncheon 1	10. 28.	0.1	72	60	30%
	Chuncheon 2	11. 01.	0.2	560	280	30%
	Hongcheon 1	10. 31.	0.3	800	240	0
	Hongcheon 2	10. 31.	0.2	600	300	5%
	Anseong 1	10. 25.	6.6	40,000	600	20%
	Anseong 2	11. 05.	0.8	2,080	260	0
	Yangpyeong	11. 05.	0.7	2,627	394	0
	boeun	10. 30.	0.5	2,000	400	0
	Chungju 1	11. 08.	0.2	500	250	0
Malting barley (cv. Kwangmaeg, Hopum)	Buyeo	11. 05.	0.1			-
	Sancheong	11. 05.	0.4	1,160	290	5%
	Jinju 1	10. 29.	0.4	1,400	350	15% D
	Jinju 2	10. 29.	0.2	580	390	0
	Changwon 1	11. 13.	0.2	800	400	5% D
	Changwon 2	11. 13.	0.3	1,290	440	0



Table 4. Continued.

Type	Area	Seeding day (Month/day)	Cultivated area (ha)	Yield (kg)	Yield (kg/10a)	Yield increase rate (%) compared to previous year
Malting barley (cv. Kwangmaeg, Hopum)	Changwon3	11. 13.	0.6	2,280	380	0
	Gunsan 1	10. 29.	1.0	4,800	480	5%
	Gunsan 2	10. 25.	0.5	2,300	460	0
	Gunsan 3	10. 25.	1.0	4,700	470	5%
	Gunsan 4	10. 25.	1.0	4,700	470	0
	Gunsan 5	10. 25.	0.5	2,400	480	0
	Gunsan 6	10. 25.	0.5	2,400	480	0
	Haenam 1	10. 31.	0.4	1,680	420	10% D
	Haenam 2	10. 29.	0.4	1,800	450	0
	Haenam 3	11. 01.	0.4	1,720	440	15% D
	Gangjin 1	11. 02.	0.3	1,160	387	0
	Gangjin 2	10. 31.	3.0	12,500	417	0
	Gangjin 3	11. 02.	0.3	1,280	427	0
	Gangjin 4	11. 02.	0.2	840	420	0
	Boseong 1	10. 30.	0.2	800	400	10% D
	Boseong 2	10. 30.	2.0	8,250	413	5% D
	Boseong 3	10. 30.	2.0	7,600	380	0
	Naju 1	10. 22.	0.3	1,200	400	0
	Naju 2	10. 25.	0.3	1,320	440	5%
	Naju 3	10. 28.	0.4	1,400	360	0
Naked oat (cv. Myeongpum, Joyang, Daeyang)	Buyeo 1	11. 05.	1.0			-
	Buyeo 2	10. 28.	1.0			-
	Sacheon	11. 05.	0.2			-
	Gunsan	10. 31.	0.2	520	260	0
	Jeongeup 1	10. 25.	0.4	1,040	260	5%
	Jeongeup 2	10. 25.	0.3	1,000	303	10%
	Jeongeup 3	10. 25.	0.3	960	290	0
	Haenam 1	11. 08.	0.2	680	340	0
	Haenam 2	11. 05.	0.2	660	300	5% D
	Gangjin 1	10. 25.	0.1	280	280	20% D
	Gangjin 2	10. 25.	0.2	560	336	0
Gangjin 3	10. 25.	0.2	640	320	0	

10a당 수량은 각각 320~470 kg과 410~500 kg으로 큰 차이는 없었다. 그러나 이들 8개 지역의 10a당 수량은 전년도에 비해 감소하는 것으로 조사되었다.

#### 기상자료에 기초한 맥종별 재배한계지 재추정

맥류 재배한계선은 월동기간 중 가장 추운 달의 평균기

온과 최저기온을 기준으로 설정한다(Ha, 2000; Kim *et al.*, 2012). 신기후변화 시나리오에 따르면 지구온난화에 의해 월동기간 중 평균기온과 최저기온이 과거 1981-2010년은 현재 2011-2020년에 비해 그 양상이 달라졌다. 겉보리는 1월 평균기온과 최저기온이 각각 -4°C 이상과 -10°C 이하로 남한 지역 대부분에서 재배가 가능하다고 하였다. 쌀보리

**Table 5.** Differences in yield by barley type in 2021, South Korea.

Type	Area	Seeding day	Cultivated area (ha)	Yield (kg)	Yield (kg/10a)	Yield increase rate (%) compared to previous year	
Dehulled barley	Goseong 1	10. 15.	0.7	1,230	175	0	
	Goseong2	10. 15.	0.2	360	180	40~50% Decrease (D)	
	Chuncheon1	11. 22.	0.3	480	160	15% D	
	Chuncheon2	10. 31.	0.5	770	155	20% D	
	Gangneung1	11. 05.	0.1	170	170	10% D	
	Gangneung2	10. 30.	0.3	630	210	10%	
	Samcheok1	10. 17.	0.7	1,890	270	30%	
	Samcheok2	10. 20.	0.3	750	250	20%	
	Yangyang1	10. 30.	0.2	380	190	0	
	Yangyang2	10. 25.	0.2	420	210	0	
	Hwaseong	11. 01.	0.5	1,755	351	0	
	Pyeongtaek	10. 20.	3.3	10,725	325	15% D	
	Icheon1	10. 10.	0.3	930	310	20% D	
	Icheon2	11. 02.	0.5	1,600	320	15% D	
	Icheon3	11. 04.	0.4	1,240	310	15% D	
	Anseong1	10. 24.	0.3	975	325	10% D	
	Anseong2	10. 25.	0.7	2,310	330	10% D	
	Gapyeong1	10. 24.	0.1	275	275	3%	
	Gapyeong2	10. 23.	0.5	1,400	280	10%	
	Yeoncheo	11. 20.	1	2,650	265	0	
	Yeongdong	11. 03.	1.5	5,250	350	0	
	Asan1	10. 26.	6	22,200	370	0	
	Asan2	10. 28.	6	22,800	380	0	
	Cheongyang	10. 28.	0.4	1,640	410	25%	
	Yecheon	11. 05.	10	35,000	350	15%	
	Pohang	10. 20.	0.5	1,950	390	10%	
	Gimje	10. 28.	4.0	17,200	430	15%	
	Boseong	10. 27.	1.2	5,280	440	15%	
	Hulled barley	Sokcho	10. 15.	0.6	2,200	370	15%
		Gangneung1	10. 15.	0.3	1,356	410	20%
Gangneung2		10. 30.	0.3	1,400	420	21%	
Samcheok1		11. 08.	0.8	3,200	400	3%	
Samcheok2		11. 03.	0.3	1,230	410	7%	
Yangyang1		10. 13.	0.2	760	380	10%	
Yangyang2		10. 25.	0.2	780	390	0	
Pyeongtaek1		10. 27.	0.7	2,940	420	10%	
Pyeongtaek2		11. 15.	0.3	1,305	435	12%	
Icheon		10. 14.	0.9	2,835	315	0	
Anseong1		10. 25.	0.2	750	375	0	

Table 5. Continued.

Type	Area	Seeding day	Cultivated area (ha)	Yield (kg)	Yield (kg/10a)	Yield increase rate (%) compared to previous year	
Hulled barley	Anseong2	10. 25.	0.8	2,800	350	8% D	
	Anseong3	10. 25.	0.3	1,110	370	0	
	Gapyeong1	10. 25.	0.1	320	320	10%	
	Gapyeong2	10. 23.	0.3	975	325	0	
	Yeoncheo	11. 01.	5.0	14,000	280	0	
	Chungju1	10. 20.~11. 25.	15.0	63,750	425	13%	
	Chungju2	10. 20.	1.0	4,300	430	0	
	Danyang	10. 10.	0.1	320	320	0	
	Okcheon	11. 07.	2.7	11,745	435	5% D	
	Yeongdong	10. 15.	1.0	4500	450	0	
Malting barley	Yeongdeok	10. 25.	4.0	19,200	480	0	
	Haman	11. 03.	0.1	350	350	40% D	
	Gunsan	10. 24.	0.4	1,640	410	20%	
	Gimje	11. 10.	8	33,600	420	0	
	Boseong	10. 27.	0.1	450	450	15% D	
	Gangjin	10. 25.	0.2	800	400	10% D	
	Gangjin	10. 28.	2.5	10,750	430	0	
	Haenam	10. 27.	0.1	420	420	0	
	Naked oat	Gunsan	10. 19.	5.3	16,960	320	20% D
		Gimje	10. 25.	3.0	11,400	380	0
Jeongeup		10. 25.	1.0	4,700	470	15% D	
Jeongeup		10. 25.	1.0	3,800	380	0	
Gangjin		10. 20.~10. 30.	10.0	42,000	420	15% D	
Gangjin		10. 23.~10. 30.	11.0	45,100	410	10% D	
Haenam		11. 01.~11. 03.	3.0	15,000	500	10% D	
Haenam		11. 01.	1.0	4,100	410	15% D	

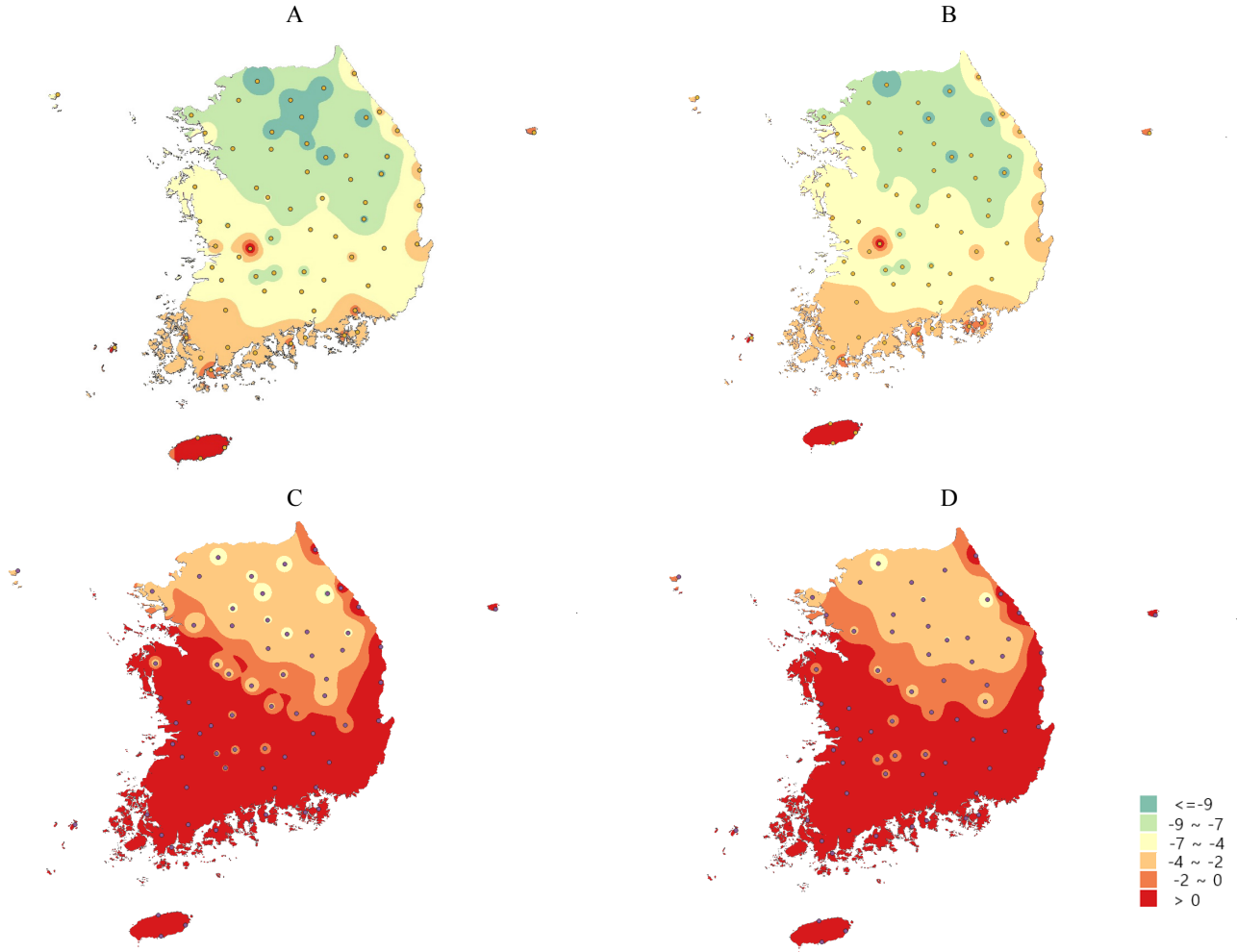
의 경우는 1월 평균기온과 최저기온이 각각  $-3^{\circ}\text{C}$  이상과  $-8^{\circ}\text{C}$  지대에서 주로 재배되어 왔다. 하지만 상대적으로 내한성이 약한 맥주보리와 쌀귀리의 경우 1월 평균기온이 영하로 내려가거나 1월 최저기온이  $-4^{\circ}\text{C}$ 까지만 떨어져도 재배가 불가능하여 제주도와 남해안 일부만 안전지대에 포함된다.

지구온난화에 의해 최근 20년(2002-2021)간 1월 최저기온과 평균기온의 그 과거 20년(1981-2001)에 비해 양상이 크게 달라진 것으로 나타났다(Table 6, Fig. 2). 이후 최근 20년과 과거 20년으로 표기할 것이다. 즉 과거 20년에는 1월 최저기온이  $-9^{\circ}\text{C}$  이상지역이 대관령, 홍천, 철원 등을 포함한 12개 지역이었으나, 최근 20년에는 대관령, 철원,

제천, 봉화, 홍천 및 인제 6개 지역이 포함되었다. 하지만 1월 최저기온이  $-9^{\circ}\text{C}$ ~ $-7^{\circ}\text{C}$  지역은 과거 20년에는 충주, 동두천, 이천 등을 포함 13개 지역이 포함되었고, 최근 20년에는 춘천, 의성, 태백 등을 포함한 18개 지역이 포함되었다. 따라서  $-9^{\circ}\text{C}$  이상지역이 과거 20년에 비해 현재 20년에서 1월 최저기온이 높아지는 것으로 볼 수 있었다. 한반도 기후변화전망 보고서(KMA, 2012)에 따르면, 지난 30년간(1981~2010년) 한반도의 연평균 기온은  $1.2^{\circ}\text{C}$  상승했고( $0.41^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ ), 모든 계절에서 기온의 증가 경향을 보였으며, 지난 30년간 겨울철 기온은  $1.7^{\circ}\text{C}$ , 가을철  $1.5^{\circ}\text{C}$ , 봄철  $0.8^{\circ}\text{C}$ , 여름철  $0.7^{\circ}\text{C}$  각각 상승하였다.

본 연구의 1월 평균온도로 볼 때도 과거 20년에  $-7^{\circ}\text{C}$ ~ $-4^{\circ}\text{C}$





**Fig. 2.** January minimum average temperature (A, B) and January average temperature (C, D) from 1981 to 2001 (A, C) and 2002 to 2021 (B, D) in South Korea.

지역은 대관령, 홍천, 철원, 인제 등 9개 지역이 포함되었으나, 최근 20년에는 대관령, 철원, 제천, 홍천, 태백, 인제 6개 지역이 포함되었다. 또한  $-4 \sim -2^{\circ}\text{C}$  지역은 과거 20년에는 동두천, 영월, 충주, 이천, 보은 등 23개 지역이 포함되었으나, 최근 20년에는 춘천, 봉화, 동두천, 영월, 충주 등 16개 지역이 포함되는 것으로 기후온난화에 의해 1월 평균 온도가 높아지는 것을 볼 수 있었다. 따라서 그 동안 기후 변화 시나리오에 의해 1월 최저온도  $-10^{\circ}\text{C}$  이하로 겉보리 안전지대로 본 경우 최근 20년에는 대관령, 철원, 제천, 봉화, 홍천 및 인제가  $-9^{\circ}\text{C}$  이상으로 우리나라 대부분 지역이 겉보리 재배가 가능한 것으로 나타났다. 또한 국립종자원에서 겉보리 보급종자 지역도 2020년에는 강원도 13개 시·군과 73개 읍·면에 보급되었고, 2021년에 17개 시·군과 89개 읍·면에 보급되었던 것으로 보아 우리나라 전 지역에서 재배되는 것으로 판단된다. 하지만 2020년 농가 재배실태

조사에서 일부 춘천지역의 경우 10a당 수량이 60 kg 수준이었으나, 2021년 강원도 속초, 강릉, 삼척, 양양 등의 지역에서 주산지과 수량이 비슷하여 연도별 기상과 지역에 따라 차이가 있었다. 따라서 보다 구체적인 농가 실증 시험이 수행하여 판단되어야 할 것으로 보인다. 기후변화 시나리오에 의해 1월 최저온도  $-8^{\circ}\text{C}$  이하로 쌀보리 안전지대로 본 경우 최근 20년에는 춘천, 의성, 태백 등 18개 지역이  $-9 \sim -7^{\circ}\text{C}$ 로 우리나라 대부분이 지역이 쌀보리 재배가 가능한 것으로 나타났다. 또한 국립종자원에서 겉보리 보급종자 지역도 2020년에는 강원도 14개 시·군과 66개 읍·면에 보급되었고, 2021년에 14개 시·군과 76개 읍·면에 보급되었던 것으로 우리나라 전 지역에서 재배되는 것으로 판단된다. 그러나 겉보리와 다르게 쌀보리 경우 2019년 농가 재배실태 조사에서 일부 강릉과 춘천 지역은 작황불량으로 수확을 포기하였고 일부 춘천, 고성과 홍천은 10a당 수량은

80~144 kg으로 상대적으로 적었다. 경기 포천의 경우 작황불량으로 수확을 포기하였고, 안성과 양평의 경우도 10a당 수량은 225~300 kg으로 상대적으로 적었다. 2020년 농가 재배실태 조사에서는 2019년처럼 작황불량으로 수확이 불가능한 지역은 없었으나, 10개 강원지역에서 10a당 수량은 155~270 kg으로 주산지인 경북, 전북, 전남 지역의 350~440 kg에 상대적으로 적었다. 따라서 단지 기후변화 시나리오에 의해 쌀보리 재배 안정지역을 구분하기 보다는 보다 정밀한 농가 실증연구를 통해 설정되어야 할 것으로 판단된다.

맥주보리와 쌀귀리의 경우 1월 평균기온이 영하로 내려가거나 1월 최저기온이  $-4^{\circ}\text{C}$ 까지 떨어져도 재배가 불가능한 것으로 보고 되었으나(Kim *et al.*, 2012) 본 연구의 2019년 실태조사로 볼 때 최근 20년간 산청의 경우  $-4\sim-2^{\circ}\text{C}$ 에 해당되었고, 이 지역은 2019년 실태조사에서 10a당 수량은 290 kg으로서 다른 주산지에 비해 낮았고  $-7\sim-4^{\circ}\text{C}$ 에 해당된 부여의 경우 파종은 하였으나 작황불량으로 수확을 포기하였다. 그러나 최근 20년에 군산의 경우  $-4\sim-2^{\circ}\text{C}$ 에 해당되었으나, 이 지역은 실태조사에서 10a당 수량은 410 kg으로서 다른 주산지와 유사하였다. 따라서 지역간 차이를 보여 더 정확한 재배한계선이 설정되어야 할 것으로 판단된다.

쌀귀리의 경우도 최근 20년에  $-7\sim-4^{\circ}\text{C}$ 에 해당된 부여의 경우 파종은 하였으나 작황불량으로 수확을 포기하였다. 그러나  $-4\sim-2^{\circ}\text{C}$ 에 해당된 군산과 정읍은 재배실태조사에 의한 10a당 수량은 주산지와 유사하였다. 따라서 1월최저기온이  $-4^{\circ}\text{C}$ 이상인 지역에서는 쌀귀리 재배가 부적합하는 것으로 판단된다. 신기후변화시나리오에 의해 지금으로부터 30년 후(2041-2050)에는 강원도 남부 지역이 쌀보리 재배의 안전지대로 포함되기 시작하며, 맥주보리의 경우 전라남도과 경상남도 대부분의 지역에서 재배가 가능하게 될 것으로 예상된다고 하였다(Kim *et al.*, 2012).

따라서 신기후변화 시나리오에 의한 맥종 안전 재배지 설정은 더 많은 농가 실증연구를 통해 안전한 재배한계지로 재설정 필요하다고 판단된다. 또한 농가수준에서 기후변화에 대응하기 위해 적합한 파종시기 등의 연구가 수행되어야 할 것이다. 실제로 벼, 보리, 호밀, 옥수수 등 여러 작물에 있어서 파종시기가 최종수량은 물론 품질에 영향을 미친다는 연구결과가 국내·외에서 보고된 바 있다(Ahn *et al.*, 2012; Kim & Kim, 1994; Son *et al.*, 2009).

결론적으로 2019년 전국 쌀보리 종자 보급 시·군과 읍·면 수를 조사해 본 결과 각각 134 시·군과 744 읍·면에 보급되었다. 이들 지역 중 쌀보리 재배한계지인 경기와 강원

의 경우도 각각 23 시·군의 87 읍·면과 14 시·군의 66 읍·면에 보급된 것으로 보아 우리나라 전역에 쌀보리가 재배되는 것으로 판단된다. 이러한 경향은 겉보리 경우도 유사하게 우리나라 전역에 보급되었다. 또한 2020년 전국 쌀보리와 겉보리 종자 보급도 유사한 경향을 보였다. 2020년 전국 148 시·군의 679 농가에 대한 맥류재배 농가 실태조사 결과, 쌀보리는 전남, 전북, 경남에서 흰찰쌀보리 품종을 가장 많이 재배하였고, 경북, 충남, 충북, 강원은 재안찰쌀보리 품종, 경기는 새찰쌀을 가장 많이 재배하였다. 겉보리는 전북, 경남, 경북은 큰알보리1호, 충북과 강원은 울보리를 가장 많이 재배하고 있었다. 그 밖의 지역 중 전남은 흑수정, 충남은 해양, 경기는 다향 품종을 가장 많이 재배하였다. 맥주보리는 호품, 누리맥 품종을 재배하고 있었다. 쌀귀리도 조양, 대양, 명품 품종을 재배하고 있었다. 2021년 전국 160 시·군의 538 농가에 대한 맥류재배 농가 실태조사 결과, 맥종별 재배 품종은 2020년 조사와 유사하였다. 2020년과 2021년에 쌀보리 경우 지역별로 보급 종자 사용율은 각각 48~100%와 86~100% 이었다. 2020년과 2021년에 겉보리 경우 지역별로 보급종자 사용율은 0~100% 이었다. 2019년과 2020년(괄호) 전국 쌀보리 평균 파종일은 10월 17일~11월 9일(10월 26일~11월 2일) 이었고, 겉보리 경우 10월 26일~11월 13일(10월 27일~11월 5일) 이었고, 맥주보리 10월 27일~11월 5일(10월 19일~11월 5일)이었고, 쌀귀리는 10월 17일~11월 1일(10월 3일~10월 30일) 이었다. 쌀보리의 경우 전남에서는 12월 12일까지도 파종한 농가가 있었고, 전북에서는 12월 25일까지도 파종한 농가가 있었다. 2019년 전국 쌀보리 21개 재배지역의 10a당 수량은 0~540 kg으로 차이가 많았고, 겉보리 11개 재배지역의 10a당 수량은 60~600 kg으로 차이가 많았다. 일부 재배한계지인 강원도 지역에서는 수확이 불가능하였다. 전국 맥주보리 26개 재배지역의 10a당 수량은 0~480 kg으로 차이가 많았다. 전국 12개 쌀귀리 재배지역 중 일부 지역은 고사하여 수확이 불가능하였으나 전북 4개 지역과 전남 5개 지역의 경우는 10a당 수량은 260~340 kg으로서 주산지내의 지역 간에는 큰 차이가 없었다. 2020년의 경우는 2019년과 유사하게 지역간에 차이를 보였다. 기후변화 시나리오에 의해 1월 최저온도에 의해  $-10^{\circ}\text{C}$  이하로 겉보리,  $-8^{\circ}\text{C}$  이하로 쌀보리,  $-4^{\circ}\text{C}$  이하로 맥주보리와 쌀귀리 맥류 안전지대로 본 경우 최근 20년 기상에 의하면 이들 해당지역에서 맥류가 재배가 가능한 것으로 나타났다. 또한 지역별로 맥류 보급 종자로 볼 때 우리나라 전역에 맥류 재배가 가능할 것으로 판단되나 실제로 맥류 생육과 수확량에 관한 실태 조사의 경우에서 일부 강원 지역 등에서는 작황불

량으로 수확이 불가능한 지역도 있었다. 따라서 기후변화에 따른 맥종별 재배한계지는 재배지 영향평가 등에 의해 재추정 되어야 할 것으로 판단된다.

## 적 요

본 연구는 기후변화에 따른 전국 맥종별(겉보리, 쌀보리 등) 생육 및 수확량, 보급종자 지역 등을 2019년과 2020년에 조사하여 재배한계지를 알아보고자 수행하였다. 2019년과 2020년에 쌀보리 및 겉보리 보급 종자는 우리나라 전역에서 보급되는 것으로 조사되었다. 맥류 재배시 품종과 보급종자 사용율은 맥종 및 지역별로 다르게 나타났다. 즉 2020년과 2021년에 지역별로 겉보리 보급종자는 0~100% 사용되었다. 2019년과 2020년 전국 쌀보리 평균 파종일은 10월 17일~11월 9일이었고, 겉보리 경우 10월 26일~11월 13일이었고, 맥주보리 10월 19일~11월 5일이었고, 쌀귀리는 10월 3일~11월 1일이었다. 즉 맥류 파종일은 연도 및 지역별 차이를 보였다. 즉 쌀보리의 경우 전남에서는 12월 12일까지도 파종한 농가가 있었다. 전국 맥종별 재배지역의 10a당 수량은 주산지와 재배한계지간에 차이를 보였다. 일부 재배한계지인 강원도 재배지역에서는 수확이 불가능하였다. 기후변화 시나리오에 의해 1월 최저온도에 의해 -10°C 이하로 겉보리, -8°C 이하로 쌀보리, -4°C이하로 맥주귀리와 쌀귀리 맥류 안전지대로 본 경우 한국의 최근 20년(2002-2021) 1월 최저평균 온도에 의하면 이들 온도지역에서 맥류가 재배가 가능한 것으로 나타났다. 또한 지역별로 맥류 보급 종자로 볼 때 우리나라 전역에 맥류 재배가 가능할 것으로 판단되나 실제로 맥류 생육과 수확량에 관한 실태 조사의 경우에서 일부 강원 지역 등에서는 작황불량으로 수확이 불가능한 지역도 있었다. 따라서 기후변화에 따른 맥종별 재배한계지 설정은 재배지의 생육 및 수량 등의 영향평가 등에 의해 재추정 되어야 할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(ATIS 과제번호 : PJ014812)의 지원으로 수행된 결과입니다. 연구과제의 실험 진행을 도와 주신 김희권, 정병준, 이옥기, 박민희 연구원 분들께 감사드립니다.

## 인용문헌(REFERENCES)

An, S. H., H. S. Jang, H. S. Bae, and U. H. Kim. 2019. Resetting

- of proper seeding methods of wheat and barley according to climate change. Proceedings of the Korean Society of Crop Science Conference. P.66
- Ahn, Y. K., K. C. Seong, and S. H. Kim. 2012. Effect of different sowing time on the yield and plant growth for okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Production. Journal of Bio-Environment Control. 21(3) : 267-270. (in Korean with English abstract)
- Ahn, S. H., D. W. Kim, H. S. Lee, J. H. Jeong, H. Y. Jeong, W. H. Hwang, J.S. Baek, K. J. Choi, I. B. Choi, H. K. Park, J. T. Youn, and G. J. Kim. 2017. Changes in physicochemical properties in wheat grains as influenced by average temperature rise during ripening stage. Journal of Korean Society of International Agriculture. 29(1) : 50-55.
- Cha, J. H. and K. S. Kim. 1989. Agriculture, Forestry and Meteorology. Published by Sunjin Culture. P. 201-307.
- Choi, D. H. and S. H. Yun. 1989. Agroclimatic zone and characters of the area subject to climatic disaster in Korea. Korean Journal of Crop Science. 34(s2) : 13-33.
- Choi, D. H. 2001. Agricultural Meteorology (Shingo, main author Kim, K.S.): For Environment and Science Farming. Published by Hyangmunsa. Pp. 45-46.
- Ha, Y. W. 2000. Barley, Ruderal Development Administration. Geomogmunhasa. pp.81-82.
- Holden, N. M., A. J. Brereton, R. Fealy, and J. Sweeney. 2003. Possible change in Irish climate and its impact on barley and potato yields. Agricultural and Forest Meteorology. 116(3-4) : 181-196.
- Kim, D. J., J. H. Kim, J. H. Roh, and J. I. Yun. 2012. Geographical Migration of Winter Barley in the Korean Peninsula under the RCP8.5 Projected Climate Condition. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 14 : 161-169.
- Kim, D. J., J. H. Roh, J. G. Kim, and J. I. Yun. 2013. The influence of shifting planting date on cereal grains production under the projected climate change. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 15 : 26-39
- Kim, J. D. and D. A. Kim, 1994. Effect of seeding date and fall harvest method on the growth characteristics, forage yield and quality of winter rye. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 14(3) : 238-246. (in Korean with English abstract)
- KMA (Korea Meteorological Administration). 2012. Climate change outlook report in Korean Peninsula (GPRN: 11-13-60000000861-01). pp. 151. (in Korean)
- Lee, K. Y. and C. W. Oh. 2020. Research on Korea's gender mainstreaming strategies for climate technology cooperation: Analysis of gender mainstreaming efforts under the UNFCCC. Journal of Climate Change Research 11 : 455-479.
- Lee, S. H., I. H. Heo, K. M. Lee, S. Y. Kim, Y. S. Lee, and W. T. Kwon. 2008. Impacts of climate change on phenology and growth of crops: In the case of Naju. Journal of the Korean Geographical Society. 43 : 20-35.

- Min, B. G., J. Y. Mun, E. H. Jo, Y. J. Choe, and G. P. Hong. 2019. Growth and yield characteristics by different seeding date of wheat and barley types in Gyeongnam region. Proceedings of the Korean Society of Crop Science Conference. P.103.
- NIMR (Nation Institute of Meteorological Research). 2009. Understanding climate change II - Korean peninsula climate change: Present and Future (in Korean).
- Shim, K. M., S. H. Min, D. B. Lee, G. Y. Kim, H. C. Jeong, S. B. Lee, and K. K. Kang. 2011. Simulation of the effects of the A1B climate change scenario on the potential yield of winter naked barley in Korea. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 13(4) : 192-203.
- Shim, K. M., S. H. Yun, Y. S. Jung, J. T. Lee, and K. H. Hwang. 2002. Impact of recent weather variation on yield components and growth stages of winter barley in Korea. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 4(1) : 38-48(in Korean with English abstract).
- Son, B. Y., J. T. Kim, S. Y. Song, S. B. Baek, and C. K. Kim. 2009. Comparison of yield and forage quality of silage corns at different planting dates. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 29(3) : 179-186. (in Korean with English abstract)
- Yoon, C. Y., J. K. Choi, J. S. Choi, S. G. Kim, and B. G. Park. 2019. Resetting of Proper seeding date by different wheat and barley types in Jeonnam region according to climate change. Proceedings of the Korean Society of Crop Science Conference. p. 65.
- Yun, S. H., J. N. Im, J. T. Lee, K. M. Shim, and K. H. Hwang. 2001. Climate change and coping with vulnerability of agricultural productivity. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 3 : 220-237.