

日平均氣溫의 地域別 出現特性 分析에 의한 벼 乾畚直播 出芽早限의 播種期 決定

崔 燉 香*

Determination of Critical Early Seeding Date for Seedling Emergence in Dry-Seeded Rice Based on Statistical Analysis of Daily Mean Air Temperature in Korea

Don Hyang Choi*

ABSTRACT : Appearance characteristics based on the daily mean air temperature (DMAT) were evaluated to obtain the fundamental data for the safety of dry-seeded rice under the local climatic conditions. The climatic data of 56 meteorological stations throughout Korea were applied for determination of the effective standard temperature at the emergence.

The first appearance date at the DMAT 10°C was found to be 20~30 days (standard deviation : 5~7 days) for year fluctuation and ≥30 days for regional change in Pusan and Taegwallyong. Mean appearance date of it, also, was 10 days earlier than that of its 80% chance.

Seeding date at the early critical seedling emergence was April 11 for Suwon, March 31 for Kwangju, April 1 for Taegu and April 7 for Kangnung.

Key word : Daily mean air temperature, Dry-seeded rice, Early critical seedling emergence, Seeding date.

벼의 生産費 節減을 위한 省力栽培는 農産物의 수입개방과 국제화 시대에 있어서는 필연적인 발달 과정의 하나이다. 이는 농촌일손과 생산비 절감을 통하여 경쟁력을 강화할 수 있기 때문이다. 우리나라에서 과거의 直播栽培는 旱魃對策⁴⁾과 간척지 개간에서 행하여 오던 栽培法이었다. 이러한 의미에서 벼의 省力栽培를 위한 湛水 및 乾畚直播栽培를 생각할 수 있으며 이미 부분적으로 실시되고 있다.

直播栽培는 移秧栽培의 育苗期間이라고 볼 수 있는 약 40일간 그리고 어린묘 및 기계이앙의 育苗

期間인 약 7~30일 이상 기간의 氣象의 영향을 직접 本畚에서 크게 받는 특성을 가지고 있다. 따라서 관행과 경험에 의하여 直播栽培를 하기 보다는 播種에서부터 生育初期에 氣象의 영향을 많이 받는 것을 고려한다면 氣象條件의 검토단계를 필히 거치는 것이 앞으로의 安全栽培는 물론 生育段階 및 收量豫測 등의 適用에 기초자료로 유용하다.

氣象條件으로부터 作期를 결정하는 경우에는, 필요로 하는 각 生育期의 量 및 相的 生育과 氣象과의 관계에서 이미 알려져 있는 限界氣象 등을 이

* 農業技術研究所(Agricultural Sciences Institute, Suwon 441-707, Korea)

<'94. 8. 1 接受>

용하지 않으면 안된다.

벼의 發芽溫度에 대한 분석을 시도한 明峯¹⁾의 최초 시험에서 發芽의 最高溫度는 40℃ 전후, 最適溫度는 30~35℃, 最低溫度는 시험시설상 확실한 결론을 얻지 못했다고 보고한 바도 있다. 한편 西山⁵⁾도 寒冷地 벼 直播栽培地法에서 벼의 發芽溫度를 발표하면서 最低溫度는 10~13℃로 설명하였다.

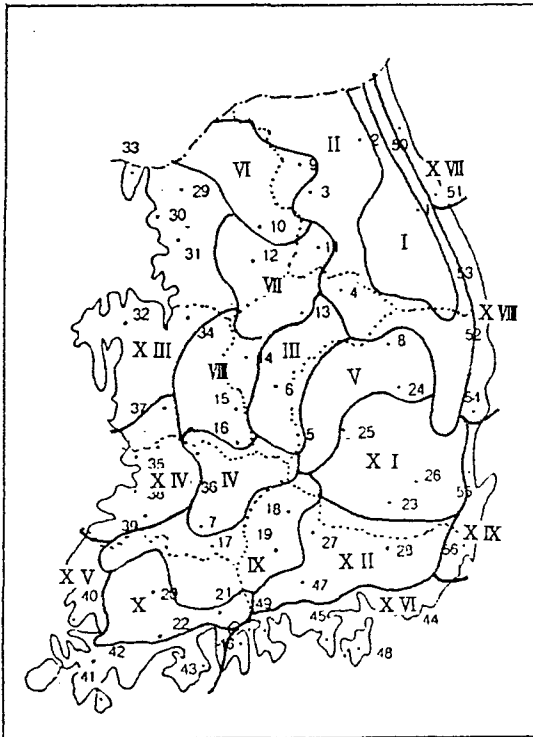
保溫折衷무자리 播種期 조기한계는 日平均氣溫 8℃가 처음 출현하는 날로 보고 있다⁵⁾. 直播栽培에서의 播種期는 保溫施設없이 직접 本畝에 播種하게 되므로 保溫折衷 및 하우스 育苗의 시기보다는 播種이 자연히 늦어지게 된다. 金³⁾ 등은 乾畝直播栽培의 播種時期別 出芽 有效積算溫度를 “平均氣溫 - 10℃”의 방법으로 조사한 바도 있다. 따라서 본 연구에서는 直播栽培의 作期の 安全性을 검토하는 과정에서 直播栽培의 가장 기본적인 出芽關係를 이미 알려져 있는 氣象條件을 適用하여 분석하고자 한다. 發芽溫度에 대하여는 여러가지 보고

가 많으나^{1,5)}, 여기서는 日平均氣溫 10℃ 出現初日を 중심으로 出芽早限의 播種期 결정을 地域別로 검토하여 금후 直播栽培의 전국 확대 보급에 따른 安全栽培의 기초자료로 활용하고자 한다.

材料 및 方法

본 시험에서 벼 出芽 早限의 播種期 결정을 위한 有效基準溫度는 이미 알려진 限界氣候條件^{3,5)}을 地域別 氣候特性에 適用하였다. 그 有效 基準溫度는 日平均氣溫이 10℃ 이상이며, 이 氣溫의 出現初日에 播種하는 것이 氣溫의 측면에서 본 出芽 早限의 播種期가 결정된다는 가정에서 연구가 시작되었다.

氣象資料는, 20년간 계속적으로 觀測되어 地域間 서로 비교가 가능한 氣象廳의 資料를 이용하여 年次間 變異 등을 분석하였다. 觀測地點은 水稻栽培 農業氣候地帶²⁾의 여러 地點中에서 氣象廳의 觀



I	1. Taegwallyang	XIII	29. Seoul
II	2. Inje		30. Incheon
	3. Hongchon		31. Suwon
	4. Chechon		32. Sosan
III	5. Chupungnyong		33. Kanghwa
	6. Poun		34. Onyang
IV	7. Imshil	XIV	35. Kunsan
V	8. Youngju		36. Chonju
VI	9. Chunchon		37. Puyo
	10. Yangpyong		38. Puan
VII	11. Wonju		39. Chongju
	12. Ichon	XV	40. Mokpo
	13. Chungju		41. Wando
VIII	14. Chongju		42. Haenam
	15. Taejon		43. Kohung
	16. Kumsan	XVI	44. Pusan
IX	17. Namwon		45. Chungmu
	18. Kochang		46. Yosu
	19. Sanchong		47. Chinju
X	20. Kwangju		48. Koje
	21. Sungju		49. Namhae
	22. Changhung	XVII	50. Sokcho
XI	23. Taegu		51. Kangnung
	24. Uisong	XVIII	52. Ulchin
	25. Sonsan		53. Samchok
	26. Yongchon		54. Yongdok
XII	27. Hapchon	XIX	55. Pohang
	28. Milyang		56. Ulsan

Fig. 1. Agroclimatic regions for rice crop ('86, Choi).

測地點만 선정한 56개 地點이었다.

調査地點番號 및 지역을 설명하면 1은 대관령 (I 지대, 태백고냉지대), 20은 광주(X 지대, 호남 내륙지대), 31은 수원(X III 지대, 중서부평야지대) 그리고 51은 강릉(X VII 지대, 동해안북부지대)으로 구분되며, 전체적인 觀測地點(1~56번)은 그림 1과 같다. 그림에서의 地帶名은 I 태백고냉지대, II 태백준고냉지대, III 소백산간지대, IV 노령소백산간지대, V 영남내륙산간지대, VI 중북부내륙지대, VII 중부내륙지대, VIII 소백서부내륙지대, IX 노령동서내륙지대, X 호남내륙지대, XI 영남분지지대, XII 영남내륙지대, XIII 중서부평야지대, XIV 차령남부평야지대, XV 남서해안지대, XVI 남부해안지대, XVII 동해안북부지대, XVIII 동해안중부지대이며 끝으로 XIX는 동해안남부지대이다.

結果 및 考察

1. 日平均氣溫 10℃ 出現初日の 年次間 變異

日平均氣溫이 10℃가 최초로 출현하는 時期를 알면, 直播栽培에서 出芽 早限의 播種期를 결정하는 最低限界 日平均氣溫이 어느 時期에 나타나는 지 대략 알 수 있어 直播栽培에서 播種時期를 결정하는데 활용할 수 있을것이다.

直播栽培에서는 播種이 빠를수록, 生育期間의 지연에 따른 安全 生育期間을 확보할 수 있어 유리하지만 日平均氣溫이 10℃ 이상되어야 發芽 및 出芽期間도 짧고, 出芽障害도 적고, 잡초발생도 적어진다고 보고한 바 있다⁶⁾.

우선, 우리나라의 中北部와 嶺, 湖南 및 嶺東지역의 氣象廳 산하의 정규 氣象觀測을 실시하는 4개의 대표 觀測地點인 수원, 광주, 대구 및 강릉지역에 대하여 日平均氣溫 10℃가 出現하는 特徵을 보고자 '73년부터 '92년까지의 20년간 氣象廳 氣象資料에 의하여 年度別 出現時期와 平均 出現時期를 중심으로 설명하고자 한다.

수원의 경우는 日平均氣溫 10℃가 出現初日이 20년중에서 가장 일찍 나타난 시기는 '92년에는 3월 31일이고, 가장 늦게 나타난 시기는 '80년은 4월 29일 이었다.

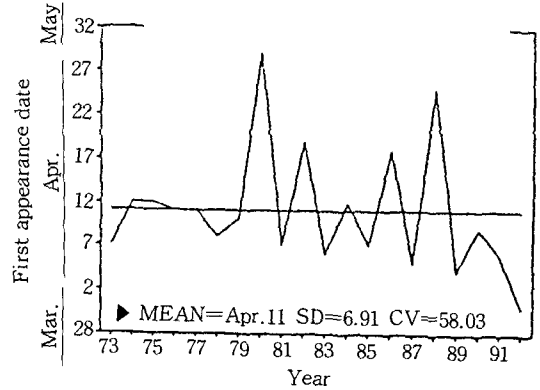


Fig. 2. First appearance date of daily mean air temperature 10℃ at various years in Suwon.

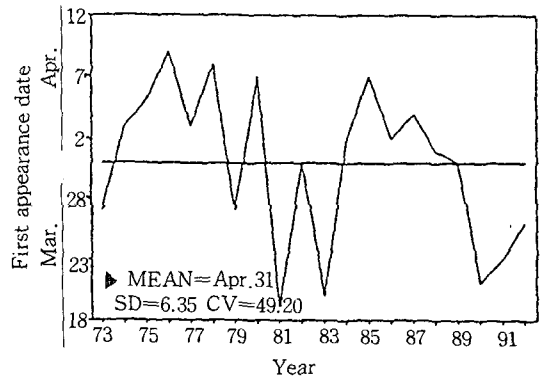


Fig. 3. First appearance date of daily mean air temperature 10℃ at various years in Kwangju.

따라서 年次間에는 약 30일간의 차이를 나타내고 있어 出芽 早限의 播種期도 年次間 약 30일 정도 빠르고 늦을 수 있다. 20년간의 平均 出現初日을 보면 4월 11일경이며 年次間 變異를 標準偏差 (SD)로 보면 약 6.9일 이었다(그림 2).

광주에서는 '81년 3월 19일이 가장 빠른 出現時期였고 '76년 4월 9일이 가장 늦은 出現時期로서 年次間 약 21일간의 차이를 보이고 있다. 20년간의 平均 出現初日을 보면 3월 31일로서 수원지방의 20년간 중 가장 빠른 出現初日과 같아 우리나라의 南部와 中北部間의 일정한 기준이상의 氣溫이 되는 時期는 큰 차이를 보이고 있다. 한편, 年次間 變異를 標準偏差(SD)로 보면 약 6.3일 이었다(그림 3).

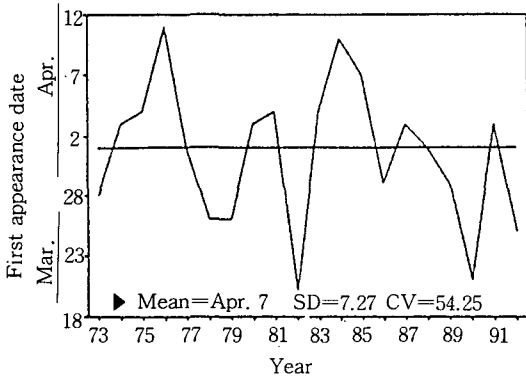


Fig. 4. First appearance date of daily mean air temperature 10°C at various years in Taegu.

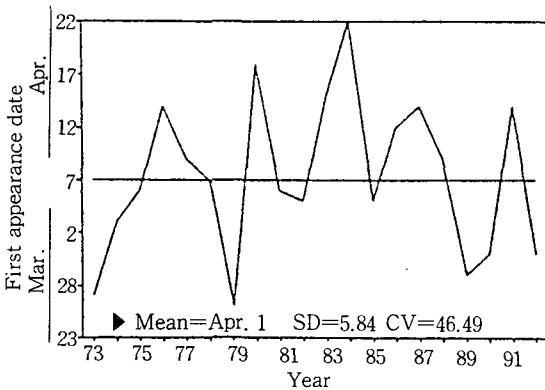


Fig. 5. First appearance date of daily mean air temperature 10°C at various years in Kangnung.

대구에서는 '82년 3월 21일에 日平均氣溫 10°C가 되어 가장 빨리 出現되었고, '76년 4월 11일에 가장 늦게 나타나서 年次間에 약 21일의 차이를 보이고 있으며 이는 광주지방과 비슷한 경향을 보이고 있다. 20년간의 平均 出現初日은 광주보다 1일 늦은 4월 1일로서 광주지역과 거의 같은 時期를 보이고 있다. 20년간의 變異를 標準偏差(SD)로 보면 약 5.8일로서 수원보다 작은 경향이다(그림 4).

강릉(그림 5)에서는 '79년 3월 26일에 가장 빨리 出現되었고, '84년 4월 22일에 가장 늦게 出現되어 年次間 약 27일의 차이를 보이고 있다.

20년간의 平均 出現初日은 4월 7일이며 年次間에는 약 7.2일의 변이를 보이고 있으며 수원, 광주,

대구보다 變異가 크게 나타났다.

이상의 4개 觀測地點에서 平均 出現初日은 각 지역의 年次間, 南部 및 中北部의 地域間에 차이가 있으며 20년간의 年次間 變異는 標準偏差(SD)로 약 5~7일의 變異를 보이고 있다. 또한 '88년 이후는 日平均氣溫 10°C 出現初日이 平均 出現初日보다 빨라지는 경향이 있고 作物栽培의 계절도 크게 보아 빨라지는 변화를 보이고 있어 앞으로의 영농면에서 관심의 대상이 될 수 있다. 이러한 日平均氣溫 10°C 出現初日의 분포를 전국적으로 지역을 넓혀서 보면 다음과 같다.

2. 日平均氣溫 10°C 出現初日의 地域別 分布

金³⁾ 등은 남부지역에서 벼畦立乾畚直播 播種限 界期를 구명하면서 播種時期別 出芽 有效積算溫度를 과중에서부터 출아까지 “平均氣溫 - 10°C”의 방법으로 계산한 바 110°C라고 보고하면서 밀양지방에서의 이러한 時期는 4월 5일로 설명하였다.

벼 直播栽培에서 發芽에 대한 日平均氣溫 10°C를 最低限界氣溫으로 보고⁵⁾ 이 기준에 따라서 우리나라의 地域別 分布 特性을 조사하여 地域間에 어느 정도의 時期別 차이가 있는가를 검토하는 것은 直播栽培의 전국 확대 및 대규모 集團栽培을 위한 기초자료가 될 수 있음은 물론이고, 地域別 관개수리답의 灌溉時期 등 여러가지 여건에 따른 乾畚直播의 播種期를 앞당기는 경우에도 어느정도나 앞당길 수 있는가 하는 허용범위의 설정도 가능하다.

그림 6은 氣象廳 산하의 觀測資料가 최근 20년 동안 계속 觀測되고 있는 56개 地點에서 20년간의 日平均氣溫 10°C 平均 出現初日의 時期를 조사하여 分布圖를 그린 것이다.

그림에서 우선 南部와 北部地域間의 出現初日 차이는, 대관령지역이 5월 1일로서 南部의 부산지역 3월 30일보다 약 32일 정도 늦게 出現됨을 알 수 있다. 태백산간지역은 5월 1일에서부터 4월 15일경으로 우리나라에서 가장 늦게 出現되고 있다. 강원 영서지역과 경기도, 충북 내륙과 전북의 북부 산간지역은 대체로 4월 15일부터 4월 10일경에 出現되었으며, 충남과 전남북 그리고 경북 중북부 지역은 4월 10일부터 4월 5일경에 出現되었다. 전남 해안과 경남지역은 대체로 4월 5일에서부터 3월 30

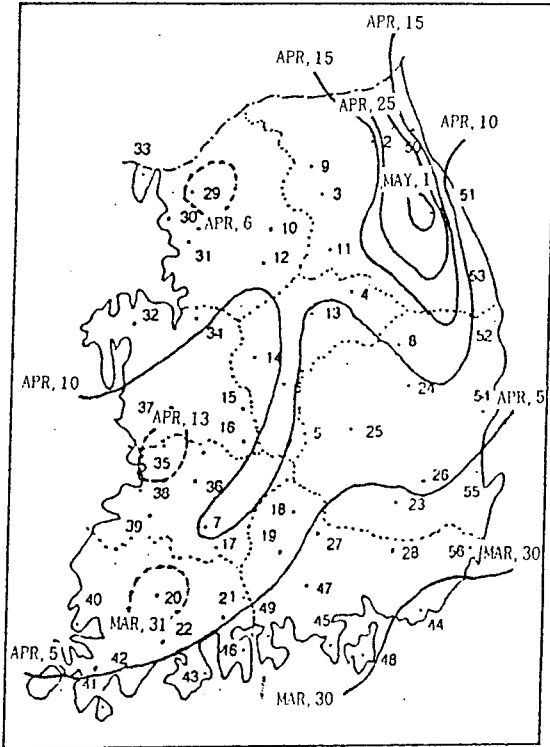


Fig. 6. Distribution in mean first appearance date of daily mean air temperature 10°C for 20 years ('73~'92) at various regions.

일경에 出現되어, 金 등³⁾이 밝힌 밀양지방의 4월 5일이 出芽 有效溫度로 分析한 播種期와 일치되고 있다. 이와같이 北部와 南部의 지역간 차이가 큼을 알 수 있는데 이는 地域別 氣候資源 分布의 分析이 필요함을 알 수 있다.

이상으로 보아, 우리나라의 日平均氣溫 10°C 出現初日에 의한 直播栽培의 出芽 早限 播種期 결정의 氣溫을 크게 보아 南部의 3월 말부터 中北部의 5월 초까지로 장기간 동안 出現되고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 지역간 차이를 벼 栽培 農業 氣候地帶別로 구분하여, 계획적인 확대 보급에 기초자료로 활용하고자 日平均氣溫 10°C 出現에 대한 20년간의 平均 出現初日과 80% 이상 出現되는 時期를 보면 다음과 같다.

3. 벼 栽培 農業氣候地帶別 日平均氣溫 10°C 出現 表 1은 벼 栽培 農業氣候地帶別 分析에 앞서 수

Table 1. Mean first appearance date of daily mean air temperature 10°C and appearance date at 80% chance

Region	Mean first appearance (20 years)			Appearance date at 80% chance (date)
	Date	SD	CV(%)	
Suwon	Apr. 11	6.91	58.03	Apr. 23
Kwangju	Mar. 31	6.35	49.20	Apr. 11
Taegu	Apr. 1	5.84	46.49	Apr. 11
Kangnung	Apr. 7	7.27	54.25	Apr. 16

원, 광주, 대구 및 강릉지역에서의 日平均氣溫 10°C의 20년간 平均 出現初日과 80% 出現時期를 본 것이다. 수원 平均 出現初日是 4월 11일이며 80% 出現時期는 4월 23일로서 平均 出現日보다 약 12일 정도 늦은 時期이다. 한편 광주와 대구는 平均 出現初日(3월 31일~4월 1일)과 80% 出現時期(4월 11일)가 거의 같으며, 수원보다는 대체로 약 10일 정도 빠른 경향이다.

강릉의 경우는 海岸性 氣候의 特性으로 봄철의 氣溫이 溫暖하여 수원보다 平均 出現初日是 약 4일, 80% 出現時期는 약 7일 정도 빠른 경향이다.

그림 7은 20년 이상 계속 정규 氣象觀測이 이루어지고 있는 56개 觀測地點을 水稻栽培 農業氣候 地帶別로²⁾ 구분하여, 日平均氣溫 10°C 出現初日의 20년간 平均 出現初日과 80% 이상 出現하는 時期를 분석한 것이다. 그림에서 19개 地帶들의 특성을 크게 보면 다시 7개의 유형으로 나눌 수 있는데 이는 出現時期의 유사성으로 구분된다. 1형은 제 I 지대(태백고냉지대)로서 平均 出現初日是 5월 1일이고 80% 出現時期는 5월 10일경이다. 2형은 중북부 지역의 내륙지역으로서 제 II 지대(태백준고냉지대), 제 III 지대(소백산간지대), 제 IV 지대(노령소백산간지대), 제 V 지대(영남내륙산간지대) 및 제 VI 지대(중북부내륙지대)이며, 平均 出現初일부터 80% 出現時期는 4월 10일부터 4월 25일경이다.

3형은 동해안중북부지역으로서 제 VII 지대(동해안북부지대), 제 VIII 지대(동해안중부지대)이며 平均 出現初日是 4월 10일이고 80% 出現時期는 4월 20일경이다. 4형은 중남부 지역으로 제 IX 지대(중부내륙지대), 제 X 지대(소백서부내륙지대), 제 XI 지대(노령동서내륙지대), 제 XII 지대(중서부

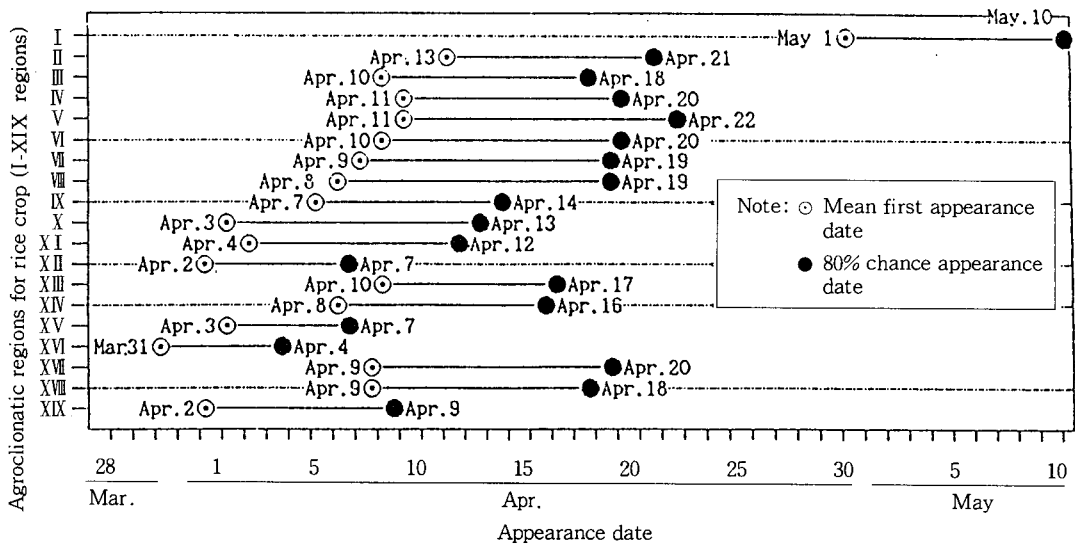


Fig. 7. Distribution in mean first appearance date of daily mean air temperature 10°C for 20 years ('73~'92) at various regions.

평야지대) 및 제 X IV 지대(차령남부평야지대)가 속하며 평균出現初日부터 80%出現時期는 4월 5일부터 4월 20일경이다. 5형은 제 X 지대(호남내륙지대), 제 X I 지대(영남분지지대) 및 제 X II 지대(영남내륙지대)로서 평균出現初日부터 80%出現時期는 4월 1일부터 4월 15일경이다. 6형은 제 X IX 지대(동해안남부지대)이며 평균出現初일은 4월 1일부터 4월 10일경이다. 끝으로 7형은 우리나라의 남부지역으로서 제 X V 지대(남서해안지대) 및 제 X VI 지대(남부해안지대)로서 평균出現初일은 3월 말이며 80%出現時期는 4월 10일경이다.

이상의 水稻栽培 農業氣候地帶別²⁾로 20년간의 日平均氣溫 10°C의 平均出現初日부터 80%出現時期까지는 약 10일간의 차이를 두고 出現되고 있다. 따라서 乾畚 直播의 出芽 早限의 播種時期는 日平均氣溫 10°C 出現時期에 播種하는 것이 가장 빨리 出芽되므로 그 이전의 播種은, 앞서 언급한 것처럼 여러가지 문제가 발생할 수 있다. 또한 관개수리답의 灌溉時期에 따른 乾畚 直播의 토양 過多水分 特性을 고려한 작업을 쉽게하기 위하여 播種期를 다소 앞당기는 경우도 이러한 日平均氣溫의 基準溫度를 설정하여 추진할 수 있다.

摘 要

벼의 生産費 節減을 위한 省力栽培의 측면에서 전국적으로 확대 실시 보급되고 있는 乾畚 直播栽培 安全性을 氣候적으로 검토하고자 出芽 早限의 播種期 결정에 대한 有效基準溫度인 日平均氣溫 10°C~出現初日과 80% 出現時期를 지역별로 분석한 결과,

- 가. 年次間('73~'92, 20년간) 變異는 日數로서는 약 20~30일, 標準偏差(SD)로는 약 5~7일의 차이가 있었고, '88년 이후는 平均出現初日보다 빨라져 영농면에서 큰 관심이 되고 있음.
- 나. 地域別 分布(氣象廳 觀測의 56개 地點 分析)는 북부(대관령, 5월 1일)와 남부(부산, 3월 30일)간에는 약 30일 이상의 出現時期에 차이가 있어 우리나라의 氣候資源量 분석의 필요성을 느낄 수 있음.
- 다. 日平均氣溫 10°C 平均出現初日是 80% 出現時期보다 약 10일 정도 빠른 경향이며
- 라. 19개의 水稻栽培 農業氣候地帶²⁾別 平均出現初日과 80% 出現時期의 유사성을 중심으로 다시 단순화시켜 구분하면 19개 地帶는 7개의 유형으로 구분할 수 있었음.

引用文獻

1. 明峯正夫. 1910. 水稻の發芽について. 札幌農林學會報 6:1-22.
2. 崔燉香, 鄭英祥, 金柄瓚, 金萬壽. 1985. 水稻栽培를 위한 農業氣候地帶區分. 韓作地 30(3):229-235.
3. 金純哲, 朴成泰, 李壽寬, 鄭根植. 1991. 南部地域 卮 畦立乾畝直播限界期 究明. 農試論文集(水稻篇) 33(3):66-74.
4. 李殷雄. 1987. 四訂水稻作. 郷文社. 354p.
5. 西山岩男. 1985. イネの冷害生理學. 北海道大學圖書出刊行會. 313p.
6. 佐藤豊. 1962. 水稻乾畝直播栽培に関する研究. 第1報 播種期. 土壤水分. 灌水. 種子 水分が發芽並びに初期生育に及ぼる影響. 東北農業研究第4號:48-51.
7. 伊達了. 1963. 東北地方の水稻栽培期間の決定方法に関する農業氣象學的 研究. 東北農業試驗場 研究報告 28:1-40.