

乾畚直播에서 播種深度와 灌溉條件에 따른 벼 品種들의 出芽特性

李泮雨* · 明乙在*

Seedling Emergence of Dry-seeded Rice under Different Sowing Depths and Irrigation Regimes

Byun Woo Lee and Eul Jae Myung

Abstract : Investigated were the relationships between plumule elongation characteristics and seedling emergence of 46 varieties including native, improved and red rice varieties of Korea, and varieties from U.S.A., Italy, India, Japan under 1, 3, and 5cm deep sowing with irrigated and non-irrigated condition. Experiments were carried out in paddy field of sandy loam.

There was heavy shower of 19.2mm on the next day of seeding and thereafter, clear and dry weather continued during the experiment period. Soil temperature averaged over 30 days after seeding was 16.4°C at 3cm depth.

Soil hardness increased linearly up to 2.5kg/cm² on the 14th day after seeding, on which date irrigated plot was irrigated through furrow, and up to 4kg/cm² on the 28th day in non-irrigated plot. Soil hardness dropped near to 0kg/cm² after irrigation and developed up to 2.5kg/cm² again by 28 days after seeding. Seedling emergence was higher in irrigated plots than non-irrigated plots at all seeding depths. Korean improved varieties were substantially lower in seedling emergence under non-irrigated condition of 1 cm deep sowing than those under irrigated condition. This poor seedling emergence resulted mainly from delayed emergence by exposing them to greater soil strength. Percent seedling emergence under irrigated and non-irrigated condition showed significant correlations at 3 and 5 cm deep sowing. Korean improved varieties belonged to the group of poor seedling emergence, and Italiconaverneco, Chinsura Boro and Weld Pally to best group under both irrigation conditions at 3 and 5cm deep sowing. Seedling emergence showed highly significant positive correlation with the plumule length of mesocotyl + 1st internode + incomplete leaf and of mesocotyl+coleoptile. Among the characters constituting plumule length, incomplete leaf length showed greatest positive correlation followed by coleoptile and mesocotyl under irrigated condition at 3 and 5 cm deep sowing, and highest correlation with mesocotyl length followed by first internode and incomplete leaf under non-irrigated condition. Days to 50% seedling emergence at 1 cm deep sowing with irrigation showed great varietal variation of 10 to 30 days, and showed high significant negative correlations with percent seedling emergence under both irrigation

* 서울대학교 農業生命科學大學 農學科(College of Agriculture and Life Sciences, SNU, Suwon 441-744, Korea)

** 本 研究는 韓國科學財團 '93核心專門研究課題(931-600-039-2) 研究費 支援에 의하여 遂行된 研究中 一部임. <'94. 10. 31. 接受>

conditions except for 1 cm deep sowing with irrigation. Days to seedling emergence revealed significant negative correlations with plumule characters except 2nd internode, showing highest correlation with incomplete leaf length.

Key words :Rice, Plumule elongation, Mesocotyl, Coleoptile, Incomplete leaf, Seedling emergence, Emergence speed

건답직파재배는 육묘와 이앙이 생략되어 이앙재배에 비하여 생력적인 뿐만 아니라 경운, 정지, 파종이 乾畝狀態에서 이루어지므로 답수직파에 비해서도 기계작업이 용이하고 효율적인 장점이 있다. 그러나 건답직파재배는 출아·입모의 불안정, 잡초방제의 어려움 등 해결되어야 할 많은 문제점이 있다. 건답직파에서 출아·입모의 불안정성은 파종기의 저온, 파종후 강우와 논의 배수불량에 따른 과습, 파종후 비가 오거나 관개를 한 후에 건조한 기후가 계속될 경우 토양의 수축에 따른 경화 및 토막의 형성 등 발아와 출아 기간중 불량한 토양환경과의 잦은 조우에 의해서 야기될 뿐만 아니라 건답직파 적응성 품종의 미비 또한 중요한 요인이다.

우리 나라에서 현재 직파재배에 이용되고 있는 품종들은 모두 이앙재배를 위주로 육성된 품종들로서 유아의 신장정도가 작아 3cm이상으로 깊게 파종되는 경우 토중에서 본엽이 추출되는 문제점을 가지고 있다^{6,8)}. 본엽이 토중에서 추출하더라도 토양수분관리가 잘되어 토양의 수축에 의한 경화나 토막의 형성이 안되어 유아가 추출하는데 저항이 없으면 출아에 큰 문제가 없으나 실제 포장재배에서 이와 같이 이상적으로 토양관리를 하기는 어렵다. 유아의 추출력은 유아가 신장할수록 저하하여²⁾ 불완전엽이나 초엽에 비하여 본엽의 추출력은 현저하게 낮아¹⁾ 본엽이 토중에서 전개되는 경우 토막이 미약하게 형성되더라도 이를 뚫고 나오지 못하여 출아가 불량하여 진다. 따라서 출아를 좋게 하기 위해서는 파종후 토막이 형성되지 않도록 관리하거나 파종심도를 낮게 하여 추출력이 강한 초엽이나 불완전엽이 표토를 뚫고 나오게 하여야 한다. 그러나 우리 나라 건답직파 파종기는 5월 상순에서 중순의 건조한 시기로서 파종후 관개를 하거나 비가 오면 토양의 건조화와 토막 형성이 야기되는데⁷⁾ 이를 억제하도록 관리하는데 어려움이 있고 또한

낮게 파종하면 건조해, 조수피해 및 도복이 문제될 소지가 많을 뿐만 아니라 기계파종을 하는 경우 3cm 이상으로 깊게 파종되는 종자의 비율이 많아지는 등의 문제가 있어 이앙재배용 품종을 가지고 재배기술만으로 출아의 불안정성을 해결하기는 어려우므로 건답직파 적응성 품종의 육성과 재배기술의 개발이 병행되어야 한다.

이와 같은 관점에서 본 연구는 파종심도를 달리 함과 동시에 관개에 의하여 토양의 硬度管理를 달리한 조건에서 다양한 유전적 배경을 가진 품종들의 幼芽 伸長特性과 출아·입모성과의 관개를 검토하여 건답직파 적응 품종 육성과 출아·입모 안정성 향상 관리체계 확립을 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

材料 및 方法

이 실험은 서울대 농업생명과학대학 실험농장의 사양토인 논에서 1993년도에 수행되었다. 국내 재래도, 사레벼, 앵미 및 육성품종, 미국 직파재배 품종, 이태리 품종 등 46개 품종(표1)을 공시하였으며 9월 21일에 각 처리당 50립을 파종하였다. 종자는 전년도에 서울대 농생대 육종연구실과 작물시험장으로 부터 분양받아 포장에서 증식하여 냉장고에 밀봉 저장하였다가 실험에 이용하였다. 파종심도는 1cm, 3cm, 및 5cm로 하였고 파종후 관개를 하지 않고 방치한 무관개구와 표토에 균열이 가고 토막이 생기기 시작한 파종후 14일에 표토까지 포화가 되도록 고랑에 관개를 한 관개구를 두었으며 각 구는 3반복으로 하였다. 파종후 토양의 경시적 硬度變化를 山中式 土壤硬度計로 측정하였으며, 파종후 2일간격으로 출아 개체수를 조사하였고 파종후 30일에는 식물체를 캐내어 중배측장, 제1, 2 및 3절간

Table 1. List of varieties used for the experiment

Group	Variety
Korean(23)*	
Weedy rice(8)	Galsaekgarashare(1)**, Ginggarakshare(2), Monggeunshare(3), Ssalshare(4), Galsaeksalshare(5), Share-39-1-B(6), Sanchungangmi-1-2-1-1-B(7), Angmi(8)
Native rice(1)	Dadajo(9)
Tongil type(4)	Milyang 23(10), Reakyung(11), Nampung(12), Yongjoo(13)
Japonica(10)	Milyang 95(14), Hwasung(15), Jingheung(16), Jangan(17), Sangpung(18), Chungmyung(19), Dongjin(20), Ilpum(21), Sumjin(22), Palgong(23)
USA(18)	M202(24), M203(25), M401(26), L202(27), S201(28), Calose(29), Calose 76(30), Caloro(31), Calysa(32), CS-MS(33), LS-S4(34), Labelle(35), Short Labelle(36), Nato(37), Tebonet(38), A301(39)
IRRI(1)	IR50(40)
Italy(1)	Italiconaverneco(41)
India(2)	Weld Pally(42), Chinsura Boro(43)
China(1)	Guichow(44)
Others(2)	JP-5-IR946-2-2-2/IR135-2F(45), B3619C-Tb-8-1-4(46)

* : Number of varieties, ** : Variety number

장, 초엽장, 불완전엽장 등을 조사하였다. 파종후 30 일간의 평균기온은 15.2℃ 토중 1, 3, 5cm의 지온은 각각 16.4℃, 16.4℃ 및 16.7℃였으며, 파종 익일에 26.6mm의 많은 강우가 있었으며, 파종후 6일과 21일에 각각 0.2mm 및 0.1mm의 비가 내렸다.

結果 및 考察

1. 土壤 硬度的 變化

파종후 토양 경도의 변화와 강수량을 나타낸 것이 그림1이다. 파종 다음 날에 소나기성 강우가 26.9mm 내렸으며 그 외의 날에는 파종후 6일과 21일에 미량의 강우가 있었을 뿐 계속 맑은 날이 지속되어 토양이 건조되기 쉬운 조건이었다. 파종후 토양의 경도는 직선적으로 증가하여 토막이 생기고 토양 표면에 균열이 생기기 시작한 13, 14일 경에는 토양

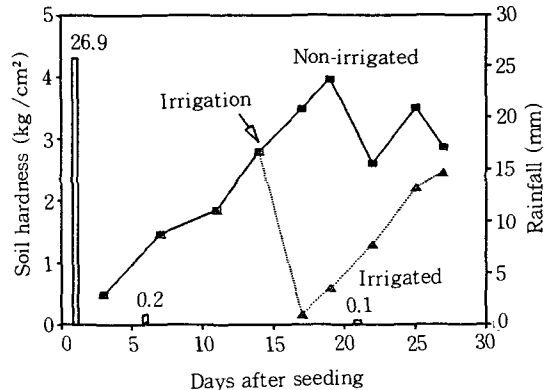


Fig. 1. Temporal changes in soil hardness during seedling emergence under two irrigation regimes. Irrigation was done through furrow between seedbeds so as to be soaked up to seedbed surface.

경도가 2.5kg/cm²에 달하였다. 무관개구는 이후 계속 토양경도가 증가하여 18일에는 4kg/cm²에 달하였으며 파종후 21일에 온 미량의 강우에 의하여 경도가 다소 감소되었다. 한편 파종후 14일에 관개를 한 처리구는 관개 직후 토양경도가 0kg/cm²가 가까이까지 떨어졌다가 다시 직선적으로 증가하여 파종후 28일에는 관개 직전의 토양경도와 비슷하여 졌다. 복토된 토양의 경도가 유아의 추출력보다 큰 경우에는 출아가 되지 않는다. 井之上等⁴⁾에 의하면 복토심을 5cm로 하였을 경우 indica인 Salipe와 육도인 農林21號는 복토의 경도가 0.6kg/cm³(약 4kg/cm²)에서 japonica인 農林18호는 0.2kg/cm³(약 1.6kg/cm²)에서 출아가 전혀 없었으며, 川廷 등⁵⁾에 의하면 japonica인 農林29號를 1, 3, 5 및 7cm 깊이로 파종하고 복토의 경도를 0.6kg/cm²(약 4kg/cm²)로 하였을 경우 1cm 파종에서는 출아율이 저하하지 않았으나 파종심이 깊어질수록 출아율이 저하하여 3cm에서는 69%, 5cm에서는 19%, 7cm에서는 4%로 비의 출아 가능 토양 경도는 파종심도와 품종에 따라서 다르다. 이들 결과와 비교하여 볼 때 본 실험에서 무관개구는 파종심도와 품종에 따라서 출아가 상당히 억제될 수 있는 정도까지 건조에 의하여 토양의 경도가 진전된 것으로 판단할 수 있으며 출아 중기의 관개는 토양의 경도를 약화시켜 출아 향상에 기여하였을 것으로 판단된다.

2. 出芽率 및 出芽速度의 品種間 變異

播種深度와 灌溉 有無에 따른 出芽率의 品種間 變이를 나타낸 것이 그림2이다. 出芽율은 관개 유무에 관계없이 파종심도가 깊어짐에 따라서 현저

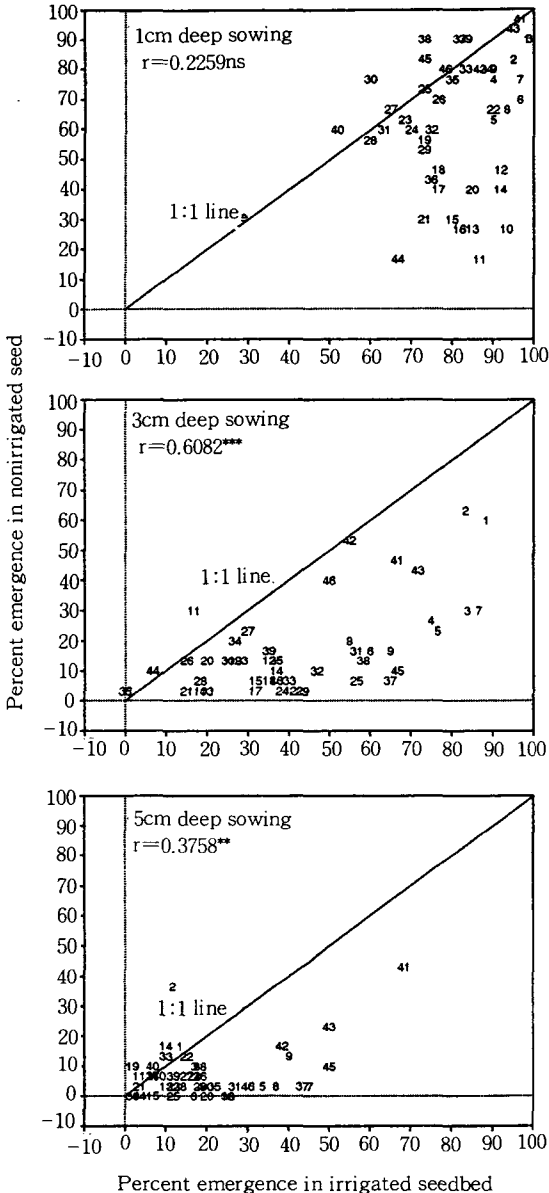


Fig. 2. Relations between percent seedling emergences under two irrigation regimes in different sowing depths. The numbers in the graph indicate variety number as in table 1.

히 저하하는 경향이었으며 또한 무관개구는 관개구에 비하여 출아율이 저하하였는데 파종심도 증가와 무관개에 의한 출아율 저하 정도는 품종간에 상당한 차이가 있다. 1cm 파종에서 출아율의 경우 관개구는 50~100%, 무관개구는 10~95%의 품종간 변이를 보여 무관개구에서 출아율의 품종간 차이가 컸으며 관개구와 무관개구간에 출아율은 상관없이 없었다. 우리나라 대부분의 육성품종들과 Short Labelle, 중국의 indica 품종인 Guichow 등은 무관개구에서 출아율의 저하가 현저하였다. 3cm 파종심에서 출아율은 관개구는 0~90%, 무관개구는 0~65%의 품종간 변이를 보였으며 양 관개처리구간에 높은 상관성을 보였다. 양 관개처리구에서 비교적 높은 출아율을 보인 품종은 갈색까락샤레벼, 긴까락샤레벼, Italiconaverneco, Chinsura Boro, Weld Pally 등이었으며 우리나라 육성품종들은 모두 낮은 출아율을 나타내었다. 5cm 파종에서는 대부분의 품종들이 출아율이 저조하여 품종간 변이가 크지 않았으나 관개구에서 40% 이상의 비교적 높은 출아율을 보인 것은 다다조, Nato, 산정앵미, Italiconaverneco, Chinsura Boro, Weld Pally 등이었으며 무관개구에서는 Italiconaverneco만이 40% 이상의 출아율을 나타내었다.

1cm 파종심에서 관개구의 50% 출아일수와 1cm 파종심의 무관개구와 관개구의 출아율 비율과의 관계를 나타낸 것이 그림3이다. 50% 출아일수는 8일~30일로 품종간에 큰 차이가 있다. Chinsura Boro, 다다조, Tebonnet, Italiconaverneco, A301 등은 10일 내외로 출아 속도가 매우 빨랐으며 심진벼를 제외한 우리나라의 육성품종들, Short Labelle, Guichow 등은 50% 출아일수가 20일 이상으로 출아속도가 늦었다. 출아율의 무관개구/관개구비는 50% 출아속도와 고도로 유의한 부의 상관(그림 3)을 나타내었으며, 또한 관개구의 1cm 파종심을 제외한 모든 처리에서 출아율과 1cm 파종심에서의 50% 출아일수와는 고도로 유의한 부의 상관(표 2)을 나타내었는데 이는 출아 속도가 빠른 품종은 늦은 품종에 비하여 토양경도가 보다 낮은 조건(Fig. 1)에서 출아할 수 있었기 때문인 것으로 판단된다. 이와 같이 출아의 신속성은 파종 후 비가 오거나 관개를 한 이후 건조되어 가는 과

Table 2. Correlations of days to 50% emergence in 1cm deep sowing with percent emergence under the different sowing depths and irrigation regimes

1cm deep sowing		3cm deep sowing		5cm deep sowing	
Non-irrig.	Irrigated	Non-irrig.	Irrigated	Non-irrig.	Irrigated
-0.949***	-0.196 ^{ns}	-0.492***	-0.666***	-0.427***	-0.588***

정에서 생기는 토막의 형성이나 토양의 경화에 의한 출아 불안정성을 완화시키는 유리한 특성이 사료되는데, 우리나라의 이앙재배용으로 육성된 품종들은 출아속도가 느려(그림 3), 이것이 건답직파에서 출아 불안정성을 가져오는 중요한 요인 중의 하나로 사료된다.

3. 幼芽伸長の品種間變異와 形質間 相關

중배축, 초엽, 불완전엽 및 제2절간의 파종 깊이와 품종에 따른 신장 정도의 변이를 관개구와 무관개구를 평균하여 나타낸 것이 그림4이다. 중배축, 초엽, 불완전엽 및 제2절간장은 파종심이 깊을수록 신장 정도가 컸으며, 이들의 신장정도는 파종심간에 형질에 따라 정도의 차이는 있지만 고도로 유의한 상관을 보여 낮은 파종심에서 신장도가 큰 품종은 깊은 파종심에서도 신장도가 큰 경향을 보이고 있으나 품종간의 차이는 파종심이 깊을수록 커지는 경향이였다. 중배축장은 1cm 파종에서 0~5mm, 3cm 파종에서 0~10mm, 5cm 파종에서는 0~17mm의 품종간 변이를 보이고 있으며 Chinsura Boro, Weld Pally, Italiconaverneco, Labelle, Nato 등이 신장이 잘되었다. 제1절간(그림에서는 제외)은 파종심이 깊어지면 다소 신장이 되나 품종간 변이가 크지 않았다. 제2절간은 1cm 파종심에서는 모든 품종에서 거의 신장하지 않았으며 3cm와 5cm 파종에서는 0~12mm의 품종간 변이를 보였다. 초엽장은 1cm 파종에서는 0.7cm~1.3cm 품종간 변이를 보여 품종간에 차이가 적고 파종심과 같은 정도로 신장하였는데 이는 초엽의 신장이 광에 민감하게 반응하여 신장이 억제되기 때문^{3,9)}이라 생각된다. 한편 3cm 파종에서는 1.1~2.5cm, 5cm 파종에서는 1.4~2.9cm의 비교적 큰 품종간 변이를

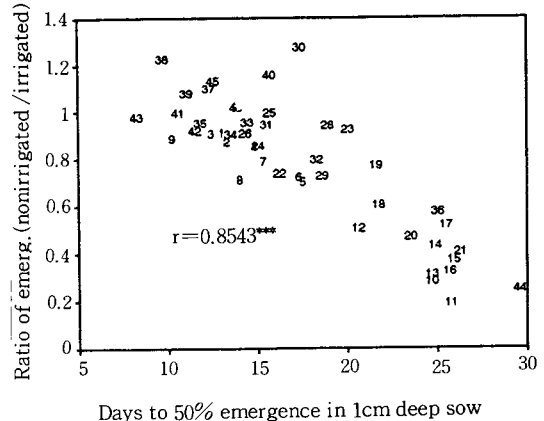


Fig. 3. Relation between the days to 50% emergence and the ratio of emergence in non-irrigated plot against that in irrigated one at 1 cm deep sowing.

나타내었다. 우리나라의 통일계 품종, IR50, Short Labelle, Guichow 등의 초엽 신장이 가장 불량하였으며, 초엽신장이 잘되는 품종은 산청앵미, 다다조, 밀양95호, Italiconaverneco, Chinsura Boro 등이였다. 불완전엽의 신장정도는 모든 파종심에서 품종간 차이가 매우 컸으며 각 파종심간의 상관도 0.87이상으로 매우 높아 유아 형질중 가장 뚜렷한 품종간 차이를 나타내었다. 1cm 파종에서 불완전엽장의 품종간 변이는 1.2~2.3cm로 초엽장에 비하여 변이폭이 클 뿐만 아니라 파종심 1cm 보다도 크게 신장하는데 이는 초엽보다 광에 의한 신장억제 감응도가 낮고 또한 이의 품종간 차이가 큰 것으로 생각되나 이에 대한 연구는 없다. 한편 3cm 파종에서는 1.6~3.6cm, 5cm 파종에서는 1.8~4.1cm의 품종간 변이를 보이고 있으며, 대체로 초엽장이 긴 품종이 불완전엽장도 긴 경향이였다. 중배축+초엽의 길이는 1cm 파종에서 6~15mm, 3cm 파종에서 10~36mm, 5cm 파종에서 11~45mm의 품종간 변이를 보였는데 3cm 파종심에서 3cm이상 신장하여 초엽이 지면을 뚫고 나오는 품종은 Italiconaverneco, Weld Pally, Chinsura Boro뿐이였으며, 5cm 파종에서 5cm 이상 신장하여 초엽이 지표층을 뚫고 나오는 품종은 없으며 Italiconaverneco, Weld Pally, Chinsura Boro 등이 3.5cm 이상 신장하였다. 우리나라 육성 품종들은

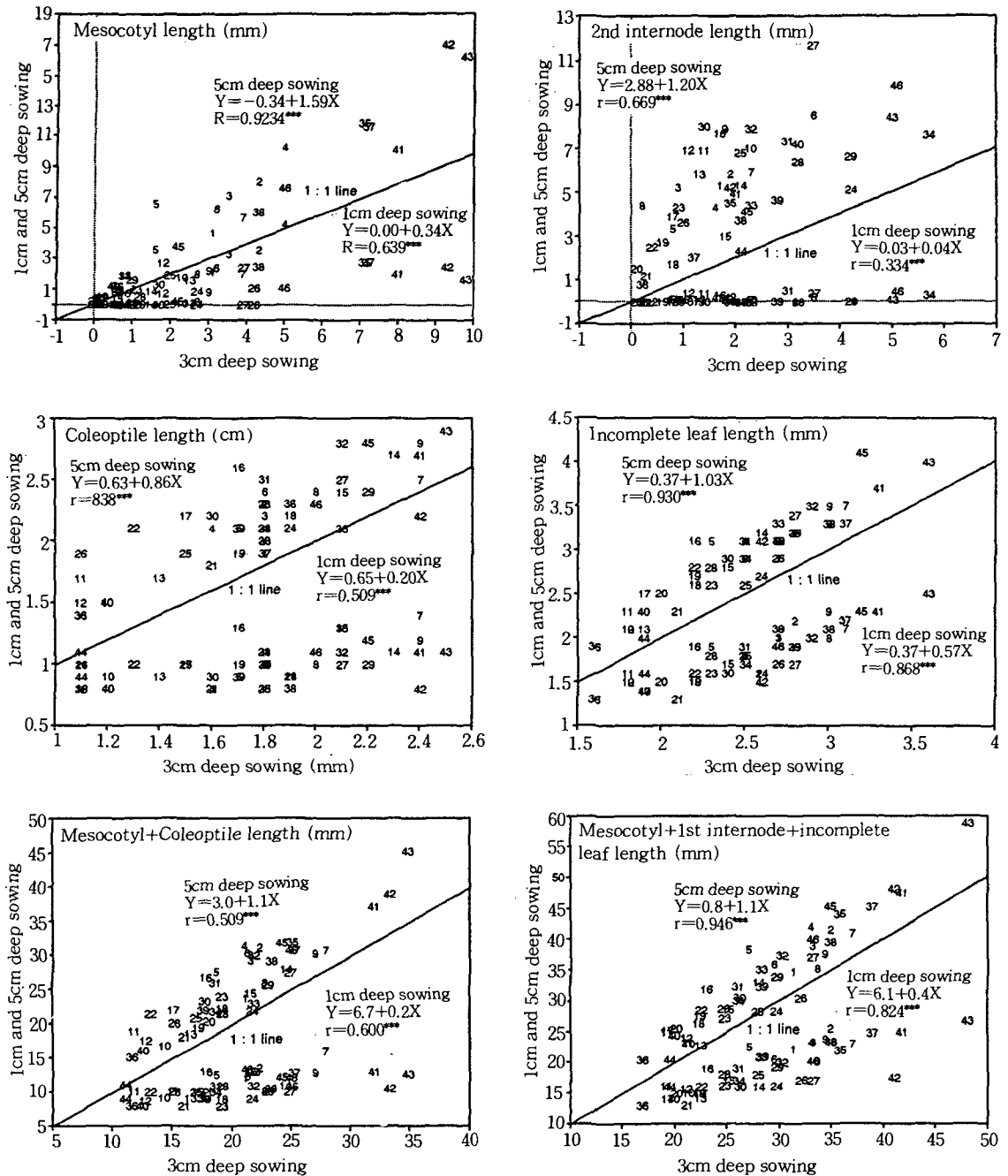


Fig. 4. Relations among plumule characteristics of varieties under 1cm, 3cm, and 5cm deep sowing. Data were averaged over irrigated and non-irrigated plot.

대부분이 3cm 파종에서는 2cm 이하, 5cm 파종에서는 3cm 이하의 신장을 보여 초엽의 신장이

토종에서 정지하였다. 중배축+제1절간+불완전엽의 길이는 1cm 파종에서 1.2~2.7cm, 3cm 파종에

서 1.7~4.8cm, 5cm 파종에서 2.0~5.9cm의 품종 간 변이를 보였다. 유아의 추출력은 불완전엽이 가장 강하고 다음으로 초엽이 강하며 제1본엽이 추출하면 추출력이 급격히 저하하는데¹⁾, 우리나라 육성 품종은 모두 3cm 파종에서 3cm 이하, 5cm 파종에서는 3.5cm 이하의 신장을 보여 토중에서 제1본엽이 추출되어 파종심이 깊고 토양이 경화되면 출아율이 현저하게 저하하는 특성을 보였는데 이 또한 출아속도가 느린 특성(그림 3)과 함께 건답 직파시 출아 입모의 불안정성을 가져오는 주요한 요인인 것으로 판단된다.

표3은 5cm 파종심에서 관개구와 무관개구를 평균하여 유아 형질들 간의 상관관을 나타낸 것이다.

중배축장은 제1절간장, 불완전엽장과 고도로 유의한 정의 상관관이 있었으나 초엽장과 제2절간장과는 상관관이 없었고, 초엽장은 제1 및 제2 절간장과 5%에서 유의한 상관관을 보였으나 상관은 높지 않았으며 불완전엽장과는 고도로 유의한 정의 상관관이

있었는데 이는 이등⁶⁾이 적습조건 4cm 깊이 파종에서 얻은 결과와 같았다. 출아시 출아력이 약한 제1본엽의 추출 위치를 결정하는 중배축장+초엽장 또는 중배축장+제1절간장+불완전엽장은 모두 불완전엽장, 초엽장, 중배축장, 제1절 간장과 고도로 유의한 상관관이 있었는데 가장 상관도가 높은 형질은 불완전엽장이었으며 다음이 중배축장, 초엽장, 제1절간장의 순이었다.

4. 出芽速度 및 立毛率과 幼芽 形質과의 相關

5cm 파종심에서 유아 신장과 입모율 및 1cm 파종심에서의 50% 출아일수와의 상관관계를 파종심 및 관개 유무별로 나타낸 것이 표4이다. 50% 출아일수는 제2절간장을 제외한 모든 형질에서 고도로 유의한 정의 상관관을 나타내어 유아의 신장성이 큰 품종이 출아속도가 빠른 데, 중배축장+제1절간장+불완전엽장과의 상관관이 가장 높고, 다음이 불완전엽장, 중배축장+초엽장, 중배축장, 제1절간장, 초

Table 3. Correlation coefficients among plumule characteristics

Characters	Length of					
	Mesocoty1 (Mes.)	1st internode(1st)	2nd internode(2nd)	Coleoptile (Col.)	Incomplete leaf(Inc.)	Mes. + Col.
1st internode	0.585***					
2nd internode	0.116 ^{ns}	0.368**				
Coleoptile	0.246 ^{ns}	0.292*	0.361*			
Incomplete 1.	0.499***	0.430**	0.285 ^{ns}	0.853***		
Mes. + Col.	0.807***	0.563***	0.296*	0.770***	0.847***	
Mes. +1st+Inc.	0.847***	0.613***	0.251 ^{ns}	0.655***	0.881***	0.956***

Table 4. Correlations of plumule characteristics in 5cm deep sowing with percent emergence under the different sowing depths and irrigation regimes, and with days to 50% emergence in 1cm deep sowing

Plumule Characters (length of)	Percent seedling emergence at						Days to 50% seedling emergence
	1cm deep sowing		3cm deep sowing		5cm deep sowing		
	Non-irr.	Irrigated	Non-irr.	Irrigated	Non-irr.	Irrigated	
Mesocoty1	0.586***	0.422**	0.645***	0.604***	0.417**	0.597***	-0.596***
1st internode	0.457**	0.311**	0.610***	0.526***	0.400**	0.347**	-0.462***
2nd internode	0.184 ^{ns}	-0.019 ^{ns}	0.266 ^{ns}	0.185 ^{ns}	0.049 ^{ns}	0.134 ^{ns}	-0.289 ^{ns}
Coleoptile	0.432**	0.194 ^{ns}	0.249 ^{ns}	0.517***	0.299*	0.629***	-0.442**
Incomplete L.	0.704***	0.239 ^{ns}	0.389**	0.673***	0.390**	0.762***	-0.719***
Mes. + Coleop.	0.648***	0.396**	0.576***	0.711***	0.456**	0.775***	-0.660***
Mes. +1st+inc.	0.750***	0.378**	0.599***	0.744***	0.471**	0.785***	-0.764***

엽장, 중배축장+초엽장, 중배축장, 제1절간장, 초엽장의 순인 점으로 볼 때 출아속도와 가장 밀접한 관계가 있는 형질은 불완전엽과 중배축의 신장성인 것으로 판단된다. 출아율은 제2절간장을 제외한 유아 형질들의 신장정도와 고도로 유의한 정적 상관관계를 보였다. 1cm 깊이 파종에서는 관개구 보다는 무관개구에서 유아의 신장도와 출아율간에 더 높은 상관관계를 나타내었는데 이는 관개조건에서는 토양경도가 낮고 또한 유아의 신장 초기에는 추출력도 크기 때문^{2,3)}에 유아의 추출력이 문제되지 않을 뿐만 아니라 출아속도 또한 출아에 영향하지 않기(표2) 때문이고, 무관개 조건에서는 파종후 시일이 경과함에 따라 계속적으로 토양 경도가 커져서(그림1) 출아속도가 빠른 것이 출아에 유리한데(표1, 그림3), 출아속도는 유아의 신장도와 높은 상관(표4)을 보이기 때문인 것으로 판단된다. 3cm와 5cm 파종심에서는 관개구보다 무관개구에서 유아신장정도와 상관성이 낮은 경향이였다. 이는 관개를 하여 토양경도가 비교적 낮게 관리된 조건에서는 출아율은 추출력이 약한 제1본엽의 토중 추출위치에 의하여 주로 영향을 받으나 관개를 하지 않아 토양경도가 큰 조건에서는 관개조건에서 보다 유아 추출력이 출아에 대한 영향도가 크기 때문에 유아의 신장성 이외에도 유아의 강건성, 유아 직경 등 또한 출아에 영향하는 중요한 요인으로 되기 때문인 것으로 생각되는데, 井之上등³⁾은 유아의 신장정도가 같은 조건에서는 유아의 기부 직경이 큰 작물이 출아력이 크다고 하였다. 3cm와 5cm 파종심의 관개 및 무관개 조건에서 중배축장+초엽장과 중배축장+제1절간장+불완전엽장은 출아율과 고도로 유의한 상관관계를 보여 초엽이나 불완전엽이 직접 표토를 뚫고 나오거나 표토 가까이 까지 신장하는 품종일수록 출아가 양호함을 뜻한다. 유아장의 구성 형질별로 보면 관개조건에서는 불완전엽장, 초엽장, 중배축장의 순으로 출아율과 상관성이 높으나 무관개구에서는 중배축장의 상관성이 가장 높고 다음이 제1절간장, 불완전엽장의 순으로 상관성이 높았고 초엽장은 상관성이 낮았다. 이와 같이 무관개구에서 중배축장과 제1절간장이 출아율과 가장 높은 상관관계를 보이는 것은 이들의 신장이 잘되는 품종은 유아가 신장하더라도 추출력의 저하가 적어²⁾ 토양경도가 큰

조건에서 출아에 유리하기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 결과와 다른 연구결과들^{1,2,3,4,6)}을 종합하여 볼 때 건답직파 조건에서 파종후 관개를 하거나 비가 온후 건조한 기후가 계속되는 경우 토양의 경화와 토막형성에 의해서 야기될 수 있는 출아 불량 및 불안정화를 완화하기 위해서는 중배축, 제1절간장 및 불완전엽의 신장이 잘되어 제1본엽이 지상에서 추출, 전개되고 또한 출아속도가 빨라 토양의 경화나 토막형성이 심하게 되기 전에 출아할 수 있는 품종의 육성이 바람직한 것으로 판단된다. 그런데 우리 나라의 육성품종들은 출아속도가 매우 느릴 뿐만 아니라 또한 중배축, 초엽, 불완전엽 등 유아 신장이 불량하여 제1본엽이 토중에서 추출되어 출아가 불량하였다.

摘 要

건답직파에서 파종심과 파종후 관개에 의하여 경도를 달리한 조건에서 벼 품종들의 출아와 유아 신장 특성을 비교검토하였다. 우리 나라의 재래도, 사례벼 및 통일계와 일반계 육성품종, 미국, 이태리, 인도 품종 등을 포함한 46개 품종을 공시하였으며, 파종심은 1, 3, 5cm로 하였고, 파종후 계속 관개를 하지 않은 처리와 파종후 14일에 고랑에 관개를 한 처리를 두었다. 실험은 사양토의 야외 포장에서 실시하였으며 파종 다음날에 19.2mm의 소나기성 강우가 있었고 그 후는 맑은 날이 지속되었다. 실험기간 30일간의 평균지온은 16.5°C 내외였다.

1. 파종후 토양의 경도는 직선적으로 증가하여 파종후 14일에는 2.5kg/cm²에 달하였으며 무관개구는 이후 계속 증가하여 4kg/cm²에 이르렀고, 관개구는 관개후 0kg/cm² 가까이 까지 낮아졌다가 다시 증가하여 파종후 28일 경에는 2.5kg/cm²에 달하였다.
2. 파종심도에 관계없이 출아율은 관개구가 무관개구보다 높았다. 1cm 파종심에서 품종간 출아율의 차이는 관개구에서는 크지 않았으나 무관개구에서는 차이가 컸다. 우리 나라 육성 품종들은 모두 무관개구에서 출아율이 현저히 낮았는데 이는 출아 속도가 느려 토양의 경화가

상당히 진전된 후에 출아하였기 때문이었다. 3cm와 5cm 파종심에서 출아율은 관개구와 무관개구 사이에 고도로 유의한 상관성이 있었는데, 우리 나라 육성품종들은 관개 및 무관개 조건에서 모두 낮은 편에 속하였으며, Italiconaverneco, Chinsura Boro, Weld Pally 등이 출아가 양호하였다.

3. 1cm 파종심의 무관개구에서 50%출아일수는 8일~30일의 큰 품종간 변이를 보였는데 Italiconaverneco, Chinsura Boro, Tebonet, 다다조 등이 10일 내외로 가장 빨랐으며 우리 나라 품종들은 모두 20일 이상으로 출아 속도가 느렸다. 출아속도는 1cm 파종심의 무관개구, 3cm와 5cm 파종심의 관개 및 무관개구의 출아율과 고도로 유의한 부의 상관성이 있었다.
4. 제2절간장을 제외한 중배축장, 초엽장, 제1절간장 및 불완전엽장은 파종심간에 고도로 유의한 부의 상관성이 있어서 낮은 파종심에서 신장이 잘되는 것은 깊은 파종심에서도 신장이 잘되었다. 중배축장은 제1절간장 및 불완전엽장과는 고도로 유의한 상관성이 있었으나 초엽장과는 상관성이 없었으며, 불완전엽장과 초엽장간에는 높은 상관성이 있었다.
5. 3cm 파종심에서 초엽이 지면을 뚫고 추출한 품종은 Italiconaverneco, Chinsura Boro, Weld Pally 뿐이었고, 5cm 파종심에서는 초엽이 지면을 뚫고 출아하는 품종은 없었으며 Chinsura Boro가 지면하 0.5cm까지 신장하였을 뿐이었다. 3cm 파종에서 불완전엽이 지면을 뚫고 나오는 품종은 우리 나라의 샤레벼들, 다다조, 미국의 건담직파재배 품종 등이었으며 우리 나라 육성종들은 모두 지중에서 신장이 멈추어 제1본엽이 지중에서 추출하였으며, 5cm 파종심에서 불완전엽이 지면을 뚫고 나오는 품종은 Chinsura Boro뿐이었고 Nato, Labelle, Weld Pally, Italiconaverneco 등도 지면 가까이 까지 신장하였다.
6. 50% 출아일수는 제2절간장을 제외한 모든 유아형질의 신장도와 유의한 부의 상관성을 보였는데 가장 높은 상관성을 보인 것은 중배축장+제1절간장+불완전엽장이었으며, 다음이 불완

전엽장이었다.

7. 출아율은 중배축장+제1절간장+불완전엽장, 중배축장+초엽장과 모든 파종심에서 높은 정의 상관성을 보여 제1본엽의 추출 위치가 높을수록 출아에 유리하였다, 유아형질별로 보면 3cm와 5cm 파종심의 관개구에서는 불완전엽장과의 상관성이 가장 높고, 다음이 초엽장, 중배축장의 순으로 높았으나 무관개구에서는 중배축장과의 상관성이 가장 높고 다음이 제1절간장, 불완전엽장의 순으로 상관성이 높았고 초엽장은 상관성이 낮아 토양에 토막이 생기거나 경화되는 조건에서는 중배축과 제1절간이 잘 신장하는 품종이 추출력이 높아 출아에 유리한 것으로 판단되었다.

引用文獻

1. 井之上準, 岡田芳一, 片山佃. 1967. 水稻乾田直播栽培における出芽に関する研究. 第3報 ストレンメーターによる幼芽抽出力の測定. 日作紀 35:161-167.
2. 井之上準, 穴山疆. 1971. 水稻乾田直播栽培における出芽に関する研究. 第4報 水稻幼芽の抽出力. 日作紀 40:415-419.
3. 井之上準, 伊藤健次. 1968. 作物の出芽に関する研究. イネ科數種作物の幼芽の抽出力について. 日作紀 37:352-358.
4. 井之上準, 伊藤健次. 1969. 作物の出芽に関する研究. イネ科數種作物における幼芽の抽出力と出芽力および出芽能力の關係について. 日作紀 38:38-42.
5. 川廷謹造, 星川清親, 高島好文. 1963. 乾田直播における水稻の苗立ちの良否と幼植物の形態について. 日作紀 31:267-271.
6. 李 洵雨, 明乙在, 南澤洙. 1994. 乾畚直播에서 土壤水分條件에 따른 벼 品種들의 出芽特性. 韓作誌 39(5):502-511.
7. Lemon, P. and J. F. Lutz. 1957. Soil crusting and some factors affecting it. Soil Sci. Amer. Proc. 21:485-491.

8. 李哲遠, 尹用大, 吳潤鎮, 趙相烈. 1993. 벼 乾
畚直播栽培에서 溫度 및 播種深度가 種子의 出
芽와 中胚軸 伸長에 미치는 影響. 韓作誌 37
(6):534-540.
9. 太田勝一, 野垣正哉. 1969. 水稻乾田直播にお
ける出芽に關する研究 IV. 出芽過程における
中莖の伸長について. 岐阜農研報 28:1-9.