

벼 무논골뿌림栽培時 催芽長, 過酸化石灰 處理 및 播種深度가 立毛와 初期生育에 미치는 影響

金尙洙* · 朴洪圭* · 崔元永* · 李善龍* · 趙守衍* · 趙東三**

Effects of Sprout Length, CaO₂ Coating and Seeding Depth on Seedling Stand and Early Growth in Puddled-soil Drill Seeding of Rice

Sang Su Kim*, Hong Gue Park*, Weon Young Choi*, Seon Yong Lee*,
Soo Yeon Cho* and Dong Sam Cho**

ABSTRACT : This study was carried out to clarify the effect of sprout length, buried depth of seed and CaO₂ seed coating on emergence, seedling stand and early growth of rice in puddled-soil drill seeding at Junbuk in 1995. The cultivar tested was Dongjinbyeo(Japonica type).

Although the longer sprouted seeds were caused the better seedling stand, 4mm sprout length of seeds appeared to be appropriate for good seedling stand and seeding uniformity, while 6mm sprouted seed resulted in ununiform seedling establishment. Rapid emergence and increased seedling stand were obtained by CaO₂ seed coating, which had effect more on soaked seed than on sprouted seed, but the seedling stand of sprouted seeds significantly reduced at deeper than 1cm seeding depth and also emergence rate of sprouted seeds significantly reduced at deeper than 2cm seeding depth.

Key words : Rice, Puddled-soil drill seeding, Sprout length, Seeding depth, Emergence, Seedling stand

벼 직파재배의 문제점은 입모의 불안정, 雜草防除의 어려움 및 倒伏發生이다. 이에 따라 답수직파의 파종방법도 입모의 안정성 향상과 倒伏輕減을 위하여 湛水表面直播에서 湛水土中直播, 무논골뿌림재배로 발전되어 왔다⁹⁾.

벼 무논골뿌림재배가 농가에 보급되면서 문제점으로 대두된 것은 논군힘이 미흡한 상태에서 파종한 골이 무너져 종자가 埋沒되거나, 播種適期以前에 조기 파종하여 출아기간 저온으로 경과됨

으로써 出芽期間이 길어져 출아, 입모전에 골이 무너져 산소 부족으로 입모가 저조하여 再播하거나 再移秧하는 경우가 있다.

보통기 무논골뿌림재배시 적정 입모수는 90~120개 /m²라고 하며⁴⁾, 朴¹⁰⁾은 湛水直播에서 湛水深이 깊을수록 벼의 立毛率이 저하되며 초엽장은 길어지나 幼根長은 짧아지고 피의 發生量도 적어진다고 하였으며, 笹原 등^{11, 13)}은 發芽에 關여하는 환경요인은 온도, 산소, 수분이며 수중에서는 幼

* 湖南農業試驗場(National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan 570-080, Korea)

** 忠北大學校(Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea)

〈'95. 12. 27 接受〉

芽生長이 먼저 되고, 수분 부족 상태에서는 幼根生長이 먼저 되며, 灌水狀態에서 酸素缺乏은 微生物에 의한 遊離酸素 消費와 酸素化合物의 還元 등에 起因한다고 하였다.

下田¹²⁾는 灌水直播에서 파종 직후 灌水하고 立毛가 될 때까지 淺水灌溉하며 出芽前期에 2일 정도 아건하면 발근이 촉진된다고 하였고, 灌水直播時 모腐敗病으로 출아, 立毛가 저해되는 경우가 많은데 모腐敗病의 병원균은 *Phythium*균, *Achlya*균, *Fusarium*균이라고 하며, 幼芽가 길면 발병되는 경우가 적다고 하였다.

太田⁸⁾는 CaO_2 粉衣는 灌水狀態下에서 발아를 향상시킴으로써 灌水土中直播에의 실용화를 제시하였으며, 後 CaO_2 는 灌水土中直播의 발아촉진 生長調整劑로 많이 이용되고 있으며⁸⁾, 朴⁹⁾은 CaO_2 의 粉衣效果는 고온에서 보다 저온에서 크며 播種深 2cm까지는 효과가 좋았으며 3cm에서는 출아율이 현저히 저하된다고 하였다. 한편 森谷⁷⁾는 出芽期間 기온과 出芽日數는 否의 相關이 있고 GA 10ppm에 10~15時間 沈漬하면 출아가 2~3일 촉진된다고 보고하였다.

三石⁶⁾는 灌水狀態에서 파종깊이와 立毛率은 否의 相關이 있으며 透수가 양호한 토양에서 立毛가 향상된다고 하였고, 米野¹¹⁾는 播種深度 1cm 이하에서는 토양의 酸化還元 電位와 立毛率은 정비례하며, 灌水土中直播에서 播種深은 1cm가 灌水深 3cm보다 立毛가 양호하였다고 한다.

本 試驗에서는 무논골뿌림 재배시 催芽長, CaO_2 粉衣 및 種子 播種깊이가 出芽, 立毛 및 초기생육에 미치는 영향을 검토하였던 바 그 결과를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

1. 催芽長 및 播種深度에 따른 出芽 및 立毛

벼 무논골뿌림 재배시 催芽程度와 種子 播種深度가 출아 및 입모에 미치는 영향을 밝히고자 1995년에 東津벼를 공시하여, 25℃에 4일간 浸種 후 최아시키지 않은 법씨(이후 무최아법씨)와 싹 길이를 2mm, 4mm, 6mm로 催芽시킨 법씨를 20

립씩 1/2000a의 사각 pot에 논흙(全北統)을 채우고, 담수후 썩레질한 상태로 만들어 토양표면과 토중 0.5cm, 1.0cm, 2.0cm깊이로 播種하여 주/야 20/15℃의 발아기(conviron)에 全完임의배치 5반복으로 置床하고, 매일 出芽狀態를 조사하였으며 파종후 25일에 입모율과 모생육을 조사하였다. 平均 出芽日數는 모든 종자의 平均적 출아 일수를 뜻하며 平均 出芽日數는 (파종으로부터의 일수×그날의 출아 개체수)의 합계를 출아 총개체수로 나누어 산출하였다.

한편 催芽程度別 播種均一度를 조사하기 위해 5월 20일에 무논골뿌림 播種機로 최아정도별로 5반복씩 파종한 후 播種粒數를 조사하고, 파종후 30일에 입모율과 생육을 조사하였다.

2. 過酸化石灰 처리에 따른 出芽 및 立毛

本 試驗은 1995년에 벼 무논골뿌림 재배시 과산화석회 처리가 출아 및 입모에 미치는 영향을 검토하고자 東津벼를 공시하여 수행하였다. 수온 25℃에 4일간 浸種하여 최아되지 않은 법씨와, 1~2mm 최아시킨 법씨에 동량의 粉衣劑(過酸化石灰 35%, 소석고와 탄산칼슘 65% 함유)를 粉衣한 것과 粉衣하지 않은 것(이후 무처리)을 1/2000a 사각 pot에 논흙(全北統)을 채우고, 썩레질한 상태로 만들어 토양표면과 토중 0.5cm, 1cm, 2cm, 3cm 깊이에 20립씩 全完임의배치 5반복으로 파종하였다.

주/야 20/15℃의 발아시험기에 置床한 후 매일 출아상태를 조사하고 파종후 25일에 입모율과 모생육을 조사하였으며 平均 出芽日數는 앞의 1에서와 같은 방법으로 산출하였다.

結果 및 考察

1. 催芽長 및 播種深度에 따른 出芽 및 立毛

1) 出芽率 및 立毛率

催芽長 및 播種深度에 따른 出芽率 및 立毛率은 그림 1과 같다. 出芽率은 표면에 파종한 경우는 無催芽 법씨에서도 88%의 높은 出芽率을 보였고,

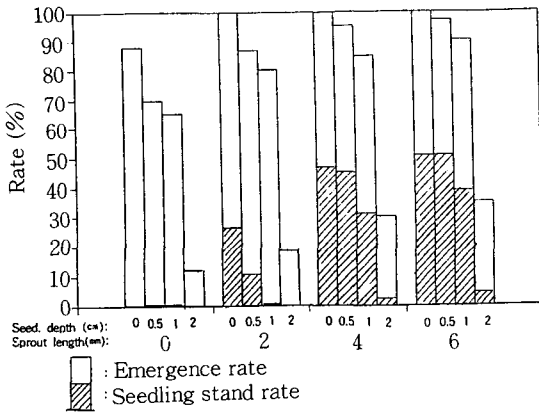


Fig. 1. Changes of emergence rate and seedling stand rate as affected by sprout length and seeding depth in puddled-soil drill seeding of rice.

2mm이상 催芽에서는 모두 100%의 出芽率을 보였다. 그러나 播種深度 0.5cm 이상에서는 催芽長이 길수록 出아율이 증가하는 경향이였으며, 播種深度가 깊을수록 催芽長에 관계없이 出아율이 저하되었다. 播種深度 1.0cm까지는 播種深度에 따른 出芽率 감소가 경미하였으나 2.0cm 파종에서는 播種深度의 증가에 따른 出芽率의 감소가 현저하였다. 이는 播種深度가 깊을수록 溶存酸素가 적었기 때문으로 생각되며, 金子 등²⁾이 보고한 播種深度가 12mm를 초과하면 立毛率이 현저히 저하된다는 결과와 같은 경향이였다.

한편 無催芽 播種에서는 表面播種에서는 出아는 되

었으나 전혀 立毛가 되지 않았으며, 2mm 催芽 播種도 表面播種에서만 28%의 立毛率을 보였다. 4mm이상 催芽 播種에서는 파종심도 1.0cm에서 32~40%의 立毛율을 보였으며, 파종심도 2cm에서는 4mm나 6mm 催芽 播種에서도 立毛率이 극히 저조하였다.

2) 平均 出芽日數 및 出芽係數

平均 出芽日數는 파종심도가 깊을수록, 그리고 催芽長이 짧을수록 길어졌는데(표 1) 표면파종을 제외하고 파종심도 1cm까지는 파종심도 증가에 따른 平均出芽日數의 증가가 적었으나 2cm깊이 파종에서는 1cm 파종보다 平均 出芽日數가 현저히 증가하였다.

한편 出芽係數는 표면파종에서 높았고 파종심도가 깊을수록 적어졌으며, 催芽長이 짧을수록 적어지는 경향이였는데 이는 催芽長이 짧을수록, 파종심도가 깊을수록 出아율이 낮고 平均 出芽日數가 길었기 때문으로 생각된다.

3) 모의 生育

파종후 35일에 모의 生育을 조사한 결과는 表 2와 같이 草長은 6mm 催芽가 4mm 催芽한 것보다 컸으며, 播種深度가 깊어질수록 짧아지는 경향이였다. 葉數도 催芽長이 길수록 다소 많았고 播種深度가 낮을수록 다소 많아지는 경향이였다. 이러한 결과는 催芽長이 길고 播種深度가 낮을수록 出아기간이 짧았기 때문으로 생각된다.

4) 催芽長別 播種狀態, 立毛 및 初期生育

Table 1. Changes of average days to emergence and emergence coefficient as affected by seeding depth and sprout length in puddled-soil drill seeding of rice

Seeding depth (cm)	Average days to emergence					Emergence coefficient				
	0*	2*	4*	6mm*	Mean	0*	2*	4*	6mm*	Mean
0	8.3	1	1	1	2.8	10.6	100	100	100	77.7
0.5	14.0	8.9	3.2	3.0	7.3	5.0	9.8	29.7	32.3	19.2
1.0	14.5	8.7	5.0	4.8	8.3	4.5	9.2	17.0	18.8	12.4
2.0	19.4	16.2	11.1	11.6	14.6	0.6	1.2	2.7	3.2	1.9
Mean	14.1	8.7	5.1	5.1	8.3	5.2	5.3	37.4	38.6	27.8

* : sprout length

Table 2. Changes of growth of seedling at 25 days after seeding as affected by sprout length and seeding depth in puddled-soil drill seeding of rice

Seeding depth (cm)	Plant height (cm)				No. of leaves				Top dry weight (mg /seedling)			
	0*	2*	4*	6mm*	0*	2*	4*	6mm*	0*	2*	4*	6mm*
0	—	9.9	17.4	19.0	—	2.6	2.8	3.0	—	6.0	9.2	10.3
0.5	—	—	13.8	18.5	—	—	2.7	2.9	—	—	7.3	9.1
1.0	—	—	11.6	15.1	—	—	2.5	2.8	—	—	5.7	7.9
2.0	—	—	7.2	11.7	—	—	2.5	2.7	—	—	4.0	6.5

* : sprout length

催芽長을 달리한 범씨를 무논골뿌림 播種機로 포장에 파종하고 파종상태 및 초기생육을 조사한 결과는 表 3과 같다. 단위면적당 播種粒數는 催芽長이 길수록 적어졌는데 특히 6mm 催芽범씨에서는 播種粒數가 현저히 저하되었다.

播種粒數의 변이는 催芽長이 길수록 커지는 경향으로 특히 6mm 최아에서는 播種粒數의 변이가 현저히 컸다. 한편 출아기간은 無催芽 범씨가 8일 인데 비하여 4mm 최아와 6mm 최아에서는 3일이 단축되었으며, 立毛率은 4mm 최아까지는 催芽長이 길수록 높아지는 경향이였다.

파종후 30일의 生育은 催芽長이 길수록 草長이 길고 葉數가 다소 많았고 乾物重도 무거운 경향이였다. 이와 같은 결과는 催芽長이 길수록 출아기간이 짧아 생육이 촉진되었기 때문이다.

이상에서와 같이 파종의 균일도, 출아, 입모 그리고 초기생육을 고려할 때 무논골뿌림재배에 알맞는 催芽長은 3~4mm라고 생각되며 파종전 논 畛 및 파종후 물관리를 적절히 하여 출아 전에

범씨가 埋沒되지 않도록 하여야 한다고 판단된다.

2. 過酸化石灰 처리에 따른 出芽 및 立毛

1) 出芽率과 立毛率

出芽率은 催芽범씨가 無催芽범씨보다 높았고, 過酸化石灰처리가 過酸化石灰 무처리보다 높았다 (그림 2). 播種深度가 깊을수록 출아율이 저하되었는데 3cm 깊이 파종에서 過酸化石灰 무처리는 無催芽범씨와 催芽범씨가 모두 전혀 出芽되지 않았고, 過酸化石灰 처리에서도 出芽率이 15~25%에 불과했다.

한편 催芽에 의한 출아율 향상은 播種深度가 깊을수록 컸고, 過酸化石灰 처리에 의한 出芽率 향상효과는 播種深度가 깊을수록, 催芽범씨에서보다 無催芽범씨에서 컸다.

立毛率도 출아율과 같은 경향으로 播種深度가 깊을수록 저하되어 播種深度 2cm 이하에서는 立毛率이 현저히 저하되었고, 催芽범씨가 無催芽범

Table 3. Number of seeded grain, seedling stand rate and growth, at 30 days after seeding on May 20 as affected by sprout length in puddled-soil drill seeding of rice

Sprout length (mm)	Seeded grain		Days to emergence (day)	Seedling stand rate (%)	Growth (30DAS*)		
	Number per m ²	C. V (%)			Seedling height (cm)	No. of leaves	Top dry weight (mg /plant)
0	183	6.2	8	60	22.3	3.8	13.8
2	165	6.6	6	75	22.9	4.0	14.3
4	152	8.7	5	87	23.2	4.0	15.8
6	111	51.6	5	85	23.4	4.1	17.0

* DAS : days after seeding

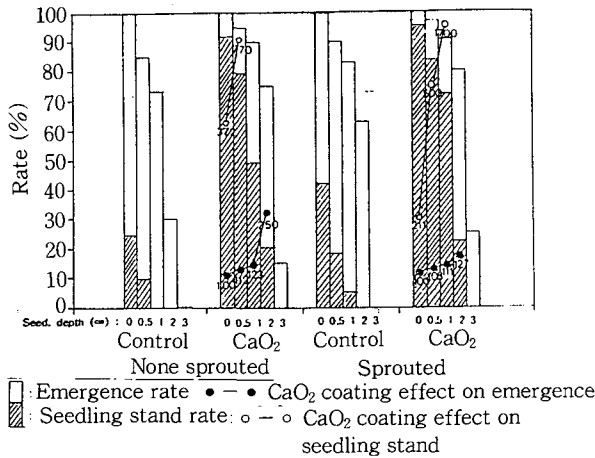


Fig. 2. Changes of emergence rate, seedling stand rate and CaO₂ coating effect as affected by seeding depth and CaO₂ coating in puddled-soil drill seeding of rice.

씨보다, 過酸化石灰 처리가 過酸化石灰 무처리보다 立毛率이 향상되었으며, 過酸化石灰 처리효과는 催芽법씨보다 無催芽법씨에서 크고, 播種深度가 깊을수록 증가되었다.

이상에서와 같이 過酸化石灰 처리로 播種深度 2cm까지 출아는 향상되었으나 입모 향상 효과가 없었던 것은 播種深度가 깊을수록 출아기간이 길어져 胚乳養分이 많이 소모되었기 때문이라 생각된다.

2) 平均出芽日數 및 出芽係數

平均出芽日數는 파종깊이가 깊을수록 길었고 無催芽법씨가 催芽법씨보다, 過酸化石灰 무처리가 過酸化石灰 처리보다 길었는데 법씨催芽 및 過酸化石灰 처리에 의한 출아기간 단축효과는 播種深度가 깊을수록 컸다(표 4).

한편 出芽係數는 平均出芽日數와 반대경향으로 播種深度가 깊을수록 적고, 催芽법씨가 無催芽법씨보다, 過酸化石灰 처리가 무처리보다 적었다.

3) 모의 生育

파종후 30일에 모의 생육은 表 5에서와 같이 草長과 지상부 건물중은 催芽법씨가 無催芽법씨보다, 過酸化石灰 처리가 過酸化石灰 무처리보다, 그리고 파종깊이가 얇을수록 크고 무거워지는 경향이였다. 이는 이들 처리에서 出芽期間이 짧아 초기생육이 촉진되었기 때문으로 생각된다.

한편 過酸化石灰 처리에 의한 草長 및 乾物重의 향상 효과는 대체로 파종심도가 깊을수록 증대되는 경향이였다.

이상에서와 같이 過酸化石灰 처리는 입모향상 효과가 양호하므로 무논골뿌림 재배시 排水不良 등으로 파종전 논굳힘이 미흡할 때는 입모의 안정화를 위하여 過酸化石灰 種子 粉衣가 필요할 것으로 생각되나 過酸化石灰 처리시도 종자가 1cm 이상 埋沒될 때는 입모율이 현저히 저하되므로 종자가 1cm 이상 埋沒되지 않도록 파종전 논굳힘을 적절히 하여야 할 것으로 생각된다.

Table 4. Changes of average days to emergence and emergence coefficient as affected by sprouting, CaO₂ coating and seeding depth in puddled-soil drill seeding of rice

Seeding depth (cm)	Average days to emergence(day)						Emergence coefficient					
	None sprouted			Sprouted			None sprouted			Sprouted		
	None	CaO ₂	Mean	None	CaO ₂	Mean	None	CaO ₂	Mean	None	CaO ₂	Mean
0	8.4	7.4	7.9	1.0	1.0	1.0	11.9	13.5	12.7	100	100	100
0.5	12.2	8.1	10.2	5.8	6.5	6.2	7.0	11.7	9.4	15.5	14.9	15.2
1.0	12.8	9.1	11.0	12.1	7.2	9.7	5.7	9.9	7.8	6.9	12.7	9.8
2.0	21.8	14.4	18.1	15.1	9.9	12.5	1.4	5.2	3.3	4.2	8.1	6.2
3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	13.8	9.8	11.8	8.5	6.2	7.6	6.5	10.1	8.3	31.7	33.9	32.8

Table 5. Changes of plant growth at 30 days after seeding as affected by sprouting, CaO₂ coating and seeding depth in puddled-soil drill seeding of rice

Seeding depth (cm)	Plant height (cm)						Top dry weight (mg /plant)					
	None sprouted			Sprouted			None sprouted			Sprouted		
	None (A)	CaO ₂ (B)	B/A* (%)	None (A)	CaO ₂ (B)	B/A* (%)	None (A)	CaO ₂ (B)	B/A* (%)	None (A)	CaO ₂ (B)	B/A* (%)
0	13.1	19.9	152	16.4	21.7	132	14.0	17.1	122	12.8	14.5	113
0.5	10.1	16.5	163	13.4	19.8	148	8.8	13.1	117	11.6	13.8	119
1.0	9.2	15.4	167	13.2	18.5	140	8.7	13.4	154	10.2	13.4	131
2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mean	10.8	17.3	160	14.3	20.0	140	10.5	14.5	138	11.5	13.9	121

* B/A : CaO₂ coating effect(B/A×100)

摘 要

벼 무논골뿌림 재배시 입모향상을 위한 기술체계를 확립하고자 1995년에 發芽試驗器에서 東津벼를 供試하여 催芽長, 過酸化석회(CaO₂) 種子粉衣 및 播種(埋沒)深度에 따른 出芽, 立毛 및 初期生育을 검토한 바를 요약하면 다음과 같다.

1. 出芽率 및 立毛率은 催芽長이 길수록 향상되었고 播種深度가 깊을수록 저하되었는데 입모율이 10% 이하로 현저히 저하된 최아장별 播種深度는 無催芽 0.5cm, 2mm 催芽 1.0cm, 4mm 및 6mm 최아는 2.0cm이었다.
2. 催芽長이 길수록, 播種深度가 얇을수록 草長이 크고 乾物重이 무거웠으며 粒數도 많았다.
3. 催芽長 6mm에서는 파종이 불균일하고 播種粒數가 매우 적어 立毛數 및 立毛의 均一度가 매우 낮았으나 催芽長 4mm에서는 파종이 균일하고 立毛率 및 立毛의 均一度가 높았다.
4. CaO₂ 種子粉衣로 出芽率 및 立毛率이 향상되었으며 CaO₂ 粉衣에 의한 입모향상 효과는 催芽種子보다 無催芽種子에서 컸다.
5. CaO₂ 처리로 立毛率 50% 이상을 보인 播種深度는 無催芽種子, 催芽種子 모두 1.0cm까지이었으며 播種深度 3cm에서는 모든 처리에서 전혀 입모되지 않았다.

이상의 결과로 보아 벼 무논골뿌림재배에 알맞

는 催芽長은 3~4mm라고 생각되며 CaO₂를 粉衣 하더라도 입모의 안정을 위하여는 종자가 출아전에 1cm 이상 埋沒되지 않도록 파종 전후 물관리를 적절히 해야 할 것으로 생각된다.

引用文獻

1. 萩原素之, 井村光夫, 三石昭三. 1985. 水稻の湛水土中直播における出芽, 苗立ち安定要因の解析, 第2報 ガルベ-被覆種切周邊土壤の酸化還元電位. 日作紀 54(別2):30-31.
2. 金子 均, 田村隆夫, 諸橋準之助. 1992. 水稻の湛水溝部直播法の出芽・苗立ちに関する研究, 第1報. 播種溝型および代がき條件と苗立ちについて. 新潟農試研報:23-30.
3. 金尙洙, 白南鉉, 李善龍, 趙東三. 1994. 벼 무논골뿌림栽培에서 播種前 논군힘日數 및 골깊이가 立毛 및 生育에 미치는 影響. 韓作誌 39(6):531-536.
4. _____, _____, _____, _____. 1995. 벼 무논골뿌림재배시 立毛數別 窒素 施肥方法이 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 40(5):629-636.
5. 李善龍, 金尙洙, 任日彬, 石順鍾. 1994. 벼 直播栽培의 現況과 問題點 및 今後對策. '93 直播 栽培研究:58-76.
6. 三石昭三. 1982. 水稻の湛水土壤中直播法が

- 成立するまで. 農業技術 37(7):294-303.
7. 森谷陸夫. 1963. 水稻乾田直播限界地帯における出芽・生育の促進. 農業技術 18(12):562-567.
 8. 太田保夫, 中山正義. 1970. 湛水直播における水稻種子の發芽におよぼす影響. 日作紀 39(4):535-536.
 9. 朴錫洪, 李哲遠, 梁元河, 朴來敬. 1986. 벼湛水土中直播 研究, I. 溫度 및 播種深度에 따른 出芽 및 初期生育. 韓作誌 31(2):204-213.
 10. 朴成泰, James E. Hill, 張安徹, 李壽寬. 1993. 湛水深 差異가 벼 品種과 피의 初期生育에 미치는 影響. 韓作誌 38(5):405-412.
 11. 笹原健夫. 1989. 水稻種子の發芽特性と湛水直播稻作の課題-寒冷地における生育初期段階の問題點-. 農業および園藝 64(6):711-717.
 12. 下田英雄. 1989. 水稻湛水土壤中直播栽培における最近の動向(2) -"出芽・苗立ちの安定化"に関する試験研究の現狀と最近の成果-. 農業技術 44(5):219-224.
 13. 米野 操. 1988. 山形縣における湛水直播現況. 農業技術 43(5):198-202.