

### 논밭 輪換栽培時 作付類型別 雜草發生 樣相

柳喆鉉\* · 梁昌傑\* · 金鍾九\* · 李景洙\* · 韓成洙\*\*

## Effect of the Alternation of Lowland-Upland Field and the Cropping Pattern on Weed Population

Yoo, C.H.\*, C.H. Yang\*, J.G. Kim\*, G.S. Rhee\* and S.S. Han\*\*

### ABSTRACT

This study was carried out to make the most of them as the fundamental data for reasonable weed control when population of weeds was observed in the alternated fields of lowland and upland.

The annual and the perennial paddy weeds in the continuous paddy rice field remarkably decreased when compared to that in the alternated field of paddy rice and soybean. The longer was the duration of upland field condition, the less was the population of lowland weeds and the more was the population of upland weeds. Biennial weeds in the continuous paddy rice field were less than that in the rotated field of paddy rice and soybean, and this tendency was clear in *Alopecurus aequalis* Sobol.

In the continuous cropping of paddy rice, population of biennial weeds in the culverted field was higher than that in the unculverted one, but in the continuous cropping of soybean this tendency was vice versa.

Key word : alternated field, lowland weeds, upland weeds, continuous cropping, culverted field.

### 緒 言

우리 나라의 논利用은 水稻의 生産性 向上과 食糧自給을 위해 水稻作 爲主였으나 豆類, 薯類 等 外國으로부터 輸入 依存도가 높은 作物의 充足을 위해서는 논밭 輪換栽培가 切實히 要求되나 거의 이루어지고 있지 않은 實情이므로 農耕地의 高度 利用, 作付體系改善, 生態的 雜草防除의 一環으로 논밭 輪換에 대한

研究가 '89년부터 農村振興廳 傘下 各 試驗場에서 進行되어 왔다.

日本에서는 '47년부터 논을 1年 乃至 數年間 밭으로 利用한 후 다시 논으로 還元시켜 水稻를 栽培하는 논밭輪換의 作付形態에 관한 研究가 實施되었으나<sup>1,4,7,9-13,15)</sup> 이중 大部分은 地下水位가 낮고 排水가 좋은 土壤에서 이루어졌고, 다만 上田<sup>14)</sup>, 中野<sup>5)</sup>, 白倉 等<sup>8)</sup>이 灰色層이 存在하는 重粘畝에서, 長堀 等<sup>6)</sup>, 古木 等<sup>2)</sup>은 干拓地에서 논밭轉換에 따른 土壤物理性的

\* 農村振興廳 湖南農業試驗場(Honam Agriculture Experiment Station, RDA, Iksan, Korea)

\*\* 圓光大學校 農科大學(College of Agriculture, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea)

<1995. 10. 25 접수>

變화를 調査報告하는 등 地下水位가 높고 粘土가 많은 土壤에서의 研究結果는 적은 便이다.

논밭輪換에 따른 土壤 및 作物生育의 變화를 보면 輪換밭에서 適合作物은 排水狀態, 排水의 良否와 土壤의 性質에 의해서 크게 다르고 收量은 沖積土의 砂壤土에서는 輪換 1年次부터, 殖土와 殖壤土에서는 3年次부터 普通밭보다 높거나 같다고 하였다<sup>3,7)</sup>. 齊藤<sup>9)</sup>은 輪換栽培時 收量은 普通밭보다 많으나 濕害發生이 憂慮되며, 雜草의 發生은 輪換 1年次의 논에서 濕生雜草가 많았으나 2年次부터는 그 發生量이 적었고, 3年次부터는 普通밭에서 처럼 乾生雜草가 發生하였다고 하였고, 논밭輪換을 함으로써 硬度和 地下水位가 낮아졌으며 土壤粒子가 粒團化되고 空隙率이 增加하여 凝集力이 적어졌다고 하였는 바, 이와 같이 논밭輪換을 하면 土壤環境이 크게 달라질 수 있으므로 雜草發生變化가 일어날 것이 確實하다.

따라서 本 研究에서는 논밭 輪換栽培時 作物樣式別 雜草發生樣相을 調査하여 合理的인 雜草防除을 위한 基礎資料로 活用하고자 湖南 平野地 代表的 土壤인 全北統의 暗渠施設 論에서 논밭輪換栽培를 5年間('89-'93年)에 걸

쳐 實施하여 雜草發生樣相을 調査하였는 바 그 結果를 報告한다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試土壤 및 處理內容

本 研究은 湖南農業試驗場 水稻圃場에서 河海混成沖積層의 排水가 若干 不良한 全北統의 微砂質壤土를 對象으로 水稻 多收穫栽培의 基盤造成을 위하여 1992年度에 暗渠排水施設을 하고 1988년까지 水稻를 栽培한 圃場에서 1989년부터 1993년까지 논밭 輪換栽培를 實施하였고, 土壤의 理化學的 性質은 表 1과 같다.

暗渠排水施設은 2m 間隔으로 土深 100cm 下部에 石藥을 幅 60cm, 두께 30cm로 埋設하였고, 土壤水分의 水平移動을 遮斷하기 위하여 0.09mm 두께의 비닐을 各 處理區마다 埋設하였다. 處理內容은 表 2와 같이 暗渠排水施設한 圃場에서 水稻連作區, 2毛作(水稻+裸麥, 大豆+裸麥), 輪換區로서 大豆/水稻의 隔年, 大豆/大豆/水稻의 2年 및 大豆/大豆/大豆/水稻의 3年 輪作區와 無暗渠 水稻連作 및 大豆連作區를 두어 實驗하였고, 試驗區 配置는 共히 單區制로

Table 1. Physicochemical properties of soil used in this study.

Culvert	Moisture Content(%)	pH (1:5)	OM (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. Cation(me/100g)				CEC (me/100g)	T-N (%)
					Ca	Mg	K	Na		
With	21.0	6.5	2.6	131	5.4	2.7	0.38	0.3	11.5	0.17
Without	34.5	5.5	2.5	126	4.8	2.1	0.16	0.3	9.9	0.15

Table 2. Cropping pattern, alternation and combination of crops.

Culvert	Cropping Pattern	Cultivated Crops				
		'89	'90	'91	'92	'93
With	Continuous cropping	Paddy rice	Paddy rice	Paddy rice	Paddy rice	Paddy rice
	Double cropping	Paddy rice and naked barley	Paddy rice and naked barley	Paddy rice and naked barley	Paddy rice and naked barley	Paddy rice and naked barley
	Double cropping	Soybean and naked barley	Soybean and naked barley	Soybean and naked barley	Soybean and naked barley	Soybean and naked barley
	Alternated crop rotation	Soybean	Paddy rice	Soybean	Paddy rice	Soybean
	two year's crop rotation	Soybean	Soybean	Paddy rice	Soybean	Soybean
	three year's crop rotation	Soybean	Soybean	Soybean	Paddy rice	Soybean
Without	Continuous cropping	Paddy rice	Paddy rice	Paddy rice	Paddy rice	Paddy rice
	Continuous cropping	Soybean	Soybean	Soybean	Soybean	Soybean

하였다.

## 2. 栽培方法 및 雜草調查

供試作物과 品種은 水稻(大晴), 大豆(八達), 裸麥(松鶴)의 3作目이며, 水稻의 栽植距離는 30×13cm로 하여 每年 5月 25日에 移秧하였고, 大豆는 50×15cm, 株當 2本으로 하여 每年 5月 15日에 播種, 그리고 裸麥은 播種量을 10a당 13kg으로 每年 10月 10日에 廣散播(畦幅: 120cm, 播幅: 90cm)하였다. 施肥量은 水稻의 境遇 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 11-7-8kg/10a으로 하고 窒素(尿素)는 基肥 50%: 分蘖肥 20%: 穗肥 20%: 實肥 10%로 4回 分施하였으며, 磷酸은 溶性磷肥를 全量基肥로, 加里는 鹽化加里를 基肥 70%, 穗肥 30%로 2回 分施하였다. 裸麥은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 15-10-8kg/10a으로 窒素(尿素)는 基肥 60%, 2月 下旬에 20%, 3月 中旬에 20% 追肥하였고, 磷酸과 加里는 溶性磷肥와 加里를 全量基肥로 施用하였다. 大豆의 施肥量은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 밭 栽培 標準施肥量인 40-7-6kg/10a으로 全量基肥 施用하였다. 雜草調查는 各 試驗區의

均一한 3地點에 50×50cm 크기의 quadrat를 던져 雜草를 뽑아 草種別로 分類하고 乾物重을 調查하여 1m<sup>2</sup>로 換算하였다.

## 結 果

### 1. 논밭 輪換栽培時 作付類型別 논雜草 發生樣相

暗渠排水施設한 圃場에서 논밭 輪換栽培時 '92年度(2年輪作은 '91年) 水稻栽培후 作付類型別 一年生 및 多年生 雜草發生을 調查한 結果는 各各 表 3 및 表 4에 나타난 바와 같다. 一年生 雜草의 發生樣相(表 3)을 보면 輪作區에서의 피, 물달개비, 여뀌바늘의 乾物重은 水稻連作區에 비해 29-53%가 減少되었고, 특히 콩과 水稻의 輪作區에서 피의 發生量은 水稻連作區의 28-55% 範圍였다. 輪作區內에서는 隔年輪作 > 2年輪作 > 3年輪作區의 順으로 이들 雜草發生量이 많았다. 한편 밭쪽의 풀과 사마귀 풀의 발생량은 作付類型間에 差異가 없었다.

논밭 輪換栽培時 作付類型別 多年生雜草의

Table 3. Amount of annual weeds examined after cultivation of paddy rice between alternation of paddy rice and soybean in the culverted paddy field.

Cropping patterns	Annual weeds(g/m <sup>2</sup> , dry weight)						Index
	E.c.	M.v.	L.p.	P.h.	A.k.	Total	
Continuous cropping of paddy rice	145.1	11.5	0.6	2.9	0.3	160.4 a	100
Alternated crop rotation	80.6	9.2	0.5	2.1	0.3	92.7 b	71
Two year's crop rotation	60.2	8.5	0.0	1.3	0.2	70.4 bc	59
Three year's crop rotation	40.3	1.6	0.4	1.1	0.3	43.7 c	47

Narration of abbreviation : E.c. -*Echinochloa crus-galli* Beauv., M.v. -*Monochoria vaginalis* Presl.  
L.p. -*Lindernia procumbens* Borbas., P.h. -*Persicaria hydropiper*(L.) Spach.  
A.k. -*Aneilema keisak* Hassk.

Table 4. Amount of perennial weeds observed after cultivation of paddy rice between alternation of paddy rice and soybean in the culverted paddy field

Cropping patterns	Perennial weeds(g/m <sup>2</sup> , dry weight)				Index
	E.k.	S.j.	C.s.	Total	
Continuous cropping of paddy rice	11.6	22.2	68.3	102.1 a	100
Alternated crop rotation	10.6	21.0	61.5	93.1 ab	91
Two year's crop rotation	9.5	19.0	57.2	85.7 bc	84
Three year's crop rotation	8.4	17.2	53.6	79.2 c	78

Narration of Abbreviation : E.k. -*Eleocharis kuroguwai* Ohwi., S.j. -*Scirpus juncooides* Roxb.  
C.s. -*Cyperus serotinus* Rottb.

**Table 5.** Amount of biennial weeds examined after cultivation of soybean between alternation of paddy rice and soybean in the culverted paddy field.

Cropping patterns	Biennial weeds(g/m <sup>2</sup> , dry weight)					Index
	A.a.	S.a.	C.f.	C.h.	Total	
Continuous cropping of paddy rice	92.0	60.1	57.6	0	209.7 a	100
Alternated crop rotation	36.6	41.1	81.1	0	158.8 ab	75.7
Two year's crop rotation	6.1	81.7	34.6	11.8	134.2 bc	64.0
Three year's crop rotation	1.1	46.1	65.1	68.1	180.4 c	86.0

Narration of abbreviation : A.a. -*Alopecurus aequalis* Sobol., S.a. -*Stellaria alsine* Grimm.  
C.f. -*Cardamine flexuosa* With., C.h. -*Cerastium holosteoides*.

發生樣相(表 4)은 一年生雜草의 發生樣相과 類  
似한 傾向이나 發生量에는 差異가 있었다. 즉  
올방개, 너도방동사니, 올챙이고랭이의 乾物重  
은 水稻連作區에 비해 輪作區에서 9-22%적었고  
輪作區間에는 3년, 2년 및 隔年 輪作區의 順으  
로 이들 雜草發生量이 減少되었다. 이와 같은  
結果를 分析해 볼 때 水稻連作보다는 水稻와  
大豆의 논밭 輪換栽培時 一年生 및 多年生 雜  
草의 發生은 減少한다는 것을 알 수 있었다.

**2. 논밭 輪換栽培時 作付類型別 越年生雜草  
發生樣相**

暗渠排水施設한 圃場에서 논밭 輪換栽培時

93年 3月 下旬에 調査한 作付類型別 越年生  
雜草發生量을 나타낸 結果는 表 5와 같다. 雜  
草發生總量으로 볼 때 水稻連作區에 비하여 大  
豆와 水稻의 輪作區에서 그 發生量은 14-36%  
적었으며 草種別로는 水稻連作區의 특새풀 發  
生量은 輪作區에 비하여 顯著하게 많았고 輪  
作區間의 特새풀 發生量은 隔年輪作區보다 2  
년이나 3년輪作區에서 越等히 적었다. 벼룩나  
물과 황새냉이는 논밭 輪換栽培類型間에 큰  
差異를 볼 수 없었으나 점나도나물은 水稻連  
作區와 隔年輪作區에서는 發生하지 않았고 3年  
輪作區에서는 多量 發生되었다. 이와 같이 논  
밭 輪換栽培時 草種間에 서로 다른 發生樣相

**Table 6.** Change of biennial weeds in fields of the continuous paddy rice cropping and the alternated cropping of paddy rice and soybean.

Year	Cropping pattern	Biennial weeds(g/m <sup>2</sup> , dry weight)			Total
		<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	<i>Stellaria alsine</i> Grimm.	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	
'90	Continuous cropping of paddy rice	48.5	0.3	0.5	49.3
	Alternated cropping of paddy rice and soybean	4.9	10.2	0.4	35.5
'91	Continuous cropping of paddy rice	35.9	7.2	18.7	61.8
	Alternated cropping of paddy rice and soybean	22.7	0.2	2.3	25.2
'92	Continuous cropping of paddy rice	45.2	5.2	23.9	74.3
	Alternated cropping of paddy rice and soybean	14.2	24.2	12.9	51.3
'93	Continuous cropping of paddy rice	92.0	60.1	57.6	209.7
	Alternated cropping of paddy rice and soybean	36.6	41.1	81.1	158.8

을 보이고 있는 것은 논밭 輪換으로 인한 水分의 多少가 雜草 및 生長에 影響을 미친 結果로 나타난 現狀이라 思料된다<sup>16,17)</sup>.

### 3. 논밭 輪換栽培時 年次別 越年生雜草 發生 變化

'89년부터 '93년까지 水稻連作과 大豆 및 水稻의 輪作을 행한 暗渠排水施設한 圃場에서 越年生雜草 뜩새풀, 벼룩나물 및 황새냉이를 조사한 結果는 표 6에 나타난 바와 같다.

各 調査年度의 雜草發生總量으로 보면 水稻連作은 大豆와 水稻를 輪作할 때보다 雜草發生量이 많았고, 草種別로 보면 뜩새풀의 境遇는 水稻連作區에서 大豆와 水稻輪作에서보다 每年 調査時마다 顯著하게 많았다. 그러나 벼룩나물과 황새냉이는 年次別 發生量 變化에 뚜렷한 傾向을 찾아 볼 수 없었다.

### 4. 越年生 雜草發生 樣相에 미치는 暗渠施設의 影響

暗渠施設 有無가 越年生雜草 發生 樣相에 미치는 影響을 評價하기 위하여 調査한 越年生 雜草 乾物重은 표 7에 나타난 바와 같다. 水稻連作區에서의 雜草 總乾物重은 暗渠施設 圃場에서가 無暗渠施設 圃場에서 보다 높았고 大豆連作區에서의 雜草 總乾物重은 無暗渠施設 圃場에서가 暗渠施設圃場에서 높았다. 草種別로 보면 뜩새풀의 경우는 水稻連作區나 大

豆連作區에서 모두 無暗渠施設 圃場의 乾物重이 暗渠施設圃場의 乾物重보다 높았으나 벼룩나물과 황새냉이의 境遇는 作付樣式에 따라 달랐다. 즉 水稻連作區에서는 無暗渠施設 圃場에서 이 두 草種의 發生이 전혀 없었으나 暗渠施設 圃場에서는 大量 發生되었고, 大豆連作區에서는 無暗渠施設圃場에서의 雜草 乾物重이 暗渠施設圃場에서 보다 높았다.

### 5. 논밭 輪換栽培時 大豆栽培後 발雜草 發生樣相

'93년에 논밭 輪換栽培時 大豆栽培後의 발雜草 發生量을 調査한 結果는 표 8에 나타난 바와 같다. 논밭 輪換圃場에 있어서 總 雜草發生量 및 優占雜草를 보면, 雜草量은 輪換年數가 經過할수록 增加하여 m<sup>2</sup>당 大豆/水稻의 輪換區는 42.2g, 2년 輪換區는 157.7g, 3년 輪換區는 250.6g이 發生하였고, 一般 大豆連作圃場 209.4g에 비하여 大豆/水稻의 輪作區는 顯著하게 적게 나타났으며 2년 輪作區는 24.7% 적게 發生하였으나, 3년 輪作區는 19.6% 더 發生하였다. 보리와 大豆의 2毛作에서는 大豆連作圃場보다 若干 적게 發生하였다. 한편 優占雜草를 보면 大豆/水稻의 輪作區에는 바랭이, 바람하늘지기 등이었고, 2년 輪作區에는 바랭이, 방동사니, 깨풀, 여뀌바늘 등이었으며, 3년 輪作區에는 쇠비름, 바랭이, 여뀌바늘이었고, 一般 大豆連作圃場에는 여뀌와 깨풀이었으며 大豆와 보리

Table 7. Effect of culvert on several biennial weeds occurred in fields of the continuous paddy rice cropping and the continuous soybean cropping

Culvert	Cropping pattern	Biennial weeds(g/m <sup>2</sup> , dry weight)			Total
		<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	<i>Stellaria alsine</i> Grimm.	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	
With	Continuous cropping of paddy rice	92.0	60.1	57.6	209.7
	Continuous cropping of Soybean	0.6	21.7	29.1	51.4
Without	Continuous cropping of paddy rice	175.4	0	0	175.4
	Continuous cropping of Soybean	6.3	102.3	35.3	143.9

**Table 8.** Amount of weeds occurred by cropping pattern in alternated fielding lowland and upland  
(unit : g/m<sup>2</sup>, dry weight)

Life cycle	Weeds	Dauble cropping of soybean and naked barley	Alternated crop rotation	Two year's crop rotation	Three year's crop rotation	Continuous cropping of soybean
Annuals	<i>Acalypha australis</i> L.	4.3	3.6	23.6	12.0	40.7
	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.	0	21.7	21.7	35.7	164.9
	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	184.3	0.8	61.7	37.0	0
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	6.0	2.7	14.8	116.7	0
	<i>Eclipta prostrata</i> L.	3.2	2.7	31.4	26.8	0
	<i>Cyperus amuricus</i> Maxim.	1.3	6.7	3.7	1.5	0
	<i>Fimbristylis miliacea</i> L.	0	0	0	10.5	0
	<i>Mazus japonicus</i> Thunb.	0	0	0	1.5	0
	<i>Boehmeria frutescens</i> Thunb.	0	0	0	0	0.6
	Subtotal	199.1	38.2	156.9	241.7	206.3
	Biennials	<i>Poa annua</i> L.	0	0	0	1.1
<i>Centipeda minima</i> L.		0	0	0	3.6	0
<i>Cardamine flexuosa</i> With.		0.2	3.6	0.8	4.2	0
<i>Astragalus sinicus</i> L.		0	0.4	0	0	0
Subtotal		0.2	4.0	0.8	8.9	0
Perennials	<i>Rorippa india</i> L.	0	0	0	0	3.2
Total		199.3	42.2	157.7	250.6	209.4

의 2毛作에는 바랭이였다.

## 考 察

以上の實驗結果에서 논밭 輪換栽培時 雜草의 境遇는 水稻連作에 비하여 輪作區에서 그 發生量이 적었으나 越年生 雜草의 境遇는 水稻連作에 비하여 輪作區에서 總 雜草發生量이 많았다. 이와 같이 輪作區에서 越年生雜草 發生이 많았던 것은 本 實驗의 境遇 土壤水分이 水稻連作區보다 적기 때문에 밭 狀態에 適當한 雜草의 發生이 많고 濕한 狀態에 適當한 雜草는 적게 發生하는 등의 環境變化에 의한 影響이며, 밭 期間이 길수록 土壤粒子가 團粒化하고 空隙率이 增加하며 凝集力이 적어져 硬度가 낮아지는 등 土壤 物理性的 變化<sup>16,17)</sup>로 雜草發生에 影響을 끼쳤을 것으로 생각된다. 松尾<sup>4)</sup>는 밭에서 논으로 還元시 連作논에 비하여 雜草發生은 1년째에는 극히 적고 2년째, 3년째로 進行됨에 따라 많아졌지만 3년째에도 아직 連作논에 비하여 적게 發生하였다고 하였으며 高橋 等<sup>10)</sup>은 밭 期間의 長短과 排水 良

否가 還元논에 發生하는 雜草의 種類에 影響을 미친다고 하였는 바, 本 實驗結果에서도 논밭 輪換栽培時 논을 밭으로하여 1년, 2년, 3년간 栽培後 논으로 還元하여 水稻栽培時 草種은 큰 變化가 없었으나 雜草發生量은 確實히 적었다.

實際로 高橋 等<sup>12)</sup>이 乾生雜草 發生比率은 밭 期間이 길수록 增加하고, 濕生 및 水生雜草의 發生比率은 밭 期間이 길수록 顯著히 減少하였다고 한 結果와 本 研究結果는 類似한 傾向이었다. 作付樣式別 雜草生態는 大豆輪作區에서 1年生이 3種, 2毛作(大豆+裸麥)은 5種, 隔年輪作이나 2년輪作은 6種이었으나 3년輪作區에서는 8種이 發生하였고 越年生 雜草도 3種이 發生하였다. 또한, 優占草種은 連作, 2년輪作, 2毛作(大豆+裸麥)은 禾本科이었던 反面 隔年輪作은 마디풀科, 3년輪作은 쇠비름科였다. 高橋 等<sup>11)</sup>은 輪換밭 1年次에는 논에 發生하는 濕生 雜草가 많지만 2, 3년째에는 濕生雜草가 거의 發生하지 않고 普通밭에 發生하는 乾生雜草가 增加하였다고 報告한 바 本 研究에서도 類似한 傾向을 나타냈다.

綜合적으로 볼 때 논밭 輪換栽培時 栽培樣式別 草種生態 特性이 달라지므로 雜草防除體系를 確立하기 위해서는 作付類型, 作物의 種類 等に 따른 雜草發生樣相에 대한 더욱 細密한 檢討가 있어야 할 것으로 생각된다.

## 摘 要

논밭 輪換栽培時 雜草發生樣相을 調査하여 合理的인 雜草防除을 위한 基礎資料로 活用코져 實驗을 遂行하였다. 논 一年生 및 多年生 雜草의 發生量은 水稻連作區에 비하여 輪換區에서 顯著히 減少되었고 발 期間이 길수록 적었다. 越年生 雜草의 發生量은 水稻連作區에 비해 大豆와 水稻의 輪換區에서 적었으며 특히 그 傾向은 毒새풀 發生量에서 뚜렷하였다. 또한 越年生 雜草量은 논밭 輪換年數가 1년<2년<3년의 順으로 發 期間이 길수록 增加하였다. 暗渠施設한 水稻連作區 圃場에서의 越年生 雜草 乾物重은 無暗渠施設圃場에서 보다 높았으나 大豆連作區에서는 그 反對의 傾向이었다

## 引用 文 獻

1. 足立忠司. 1979. 田畑輪換と還元田 用水量. 土壤の物理性 39 : 30-34.
2. 古木敏也·佐藤寬·根岸久雄. 1975. 低濕地における水田高度利用のための基盤整備方式, 排水と土壤水分 抑制について. 農土試技報 A11 : 17-45.
3. 桑山賞·導內滿男. 1949. 北海道に於ける輪作の問題. 農學 3(7) : 7-11.
4. 松尾孝嶺. 1949. イネ單作地帶に於ける田畑輪換 栽培經營. 農業及び"園藝 24(1) : 33-36.
5. 中野啓三. 1978. 低濕重粘土 水田の畑轉換に伴う土壤物理性の推移. 北陸農試報 21 :

- 63-94.
6. 長堀全造·高橋強. 1977. 畑作轉換に伴う土壤物理性の變化. 農土誌 45 : 605-610.
7. 島內滿男·大橋和平·佐藤吉秀·佐藤剛一. 1951. 北海道に於ける田畑輪換栽培に關する研究. 北海道農試 : 35-40.
8. 白倉治一·大龍雅·太刀川洋一. 1974. 新潟縣における粘土質水田高度利用に關する研究. 新潟農試研報 23 : 50-68.
9. 齊藤光夫. 1953. 暖地の田畑輪換栽培法. 農業及び"園藝 28(1) : 30-34.
10. 高橋浩之·飯田克實. 1951. 田畑輪換による雜草の生態變化. 農業及び"園藝 26(7) : 735-739.
11. 高橋浩之. 1954. 田畑輪換栽培に關する研究, 第1報 輪換期內に於ける作物の生育及び"收量. 關東東山 農試研究報告 6 : 1-5.
12. 高橋浩之·飯田克實. 1955. 田畑輪換栽培に關する研究, 第2報 田畑輪換栽培による雜草の變移. 關東東山 農試研究報告 8 : 15-43.
13. 高橋浩之·飯田克實. 1956. 田畑輪換栽培に關する研究, 第3報 輪換水田期間に於ける水稻の生育ならび"に收量. 關東東山 農試研究報告 9 : 39-46.
14. 上田一雄. 1972. 重粘土濕田における轉作か土壤の理化學性に及ぼ"す影響. 福井農試研究速報 5 : 7-10.
15. 上郷千春. 1961. 田畑輪換栽培における土壤の變化と施肥法. 農業及び"園藝 36(4) : 19-21.
16. 渡邊春郎. 1979. 田畑輪換に伴う土壤の變化. 土壤の物理性 39 : 18-29.
17. 延圭復·張映熙·李春雨·尹儀炳. 1992. 畝田輪換作付體系에 따른 作物生産力과 土壤特性變化. 農試論文集(田·特作篇) 34(1) : 81-90.