



# 水田転換畑における飼料生産：第2報 トウモロコシの部位別構成割合及び飼料成分含有率に及ぼす熟性、排水システム及び裁植密度の影響

上山, 泰 ; 南條, 巖 ; 松井, 範義 ; 尾崎, 武 ; 秋田, 謙司 ; 石田, 薫

---

(Citation)

神戸大学農学部研究報告, 18(2):173-180

(Issue Date)

1989-01

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCDOI)

<https://doi.org/10.24546/00200504>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00200504>



## 水田転換畑における飼料生産

第2報 トウモロコシの部位別構成割合及び飼料成分含有率に及ぼす  
熟性、排水システム及び栽植密度の影響

上山 泰\*・南條 巖\*・松井範義\*・尾崎 武\*・秋田謙司\*・石田 薫\*

(昭和63年8月10日受理)

### II. EFFECT OF HYBRID MATURITY, UNDERDRAINAGE SYSTEM AND PLANTING DENSITY ON PLANT COMPONENTS AND CHEMICAL CONSTITUENTS OF FORAGE MAIZE

Yutaka UYAMA, Iwao NANJYO, Noriyoshi MATSUI, Takeshi OZAKI,  
Kenzi AKITA and Kaoru ISHIDA

#### Abstract

We reported here the effect of hybrid maturity, underdrainage system and planting density on relative proportion of plant part and chemical constituents of maize (*Zea mays* L.) cultivar P3732 and P3432. The chemical constituents were analysed only for cultivar P3732. Results obtained were as follows. Symbols of treatment are shown in table 1.

1. Dry weights of leaf blade (LB), leaf sheath+culm+tassel (STEM) and shank+cob+husks (ear residue, ER) were in the order of cultivar P3432 > P3732, but the reverse was observed for grain weight. There were the same order for the relative proportion of dry weight of each plant part to dry weight of whole plant. In both cultivars, the dry weight of all of the plant parts decreased with decreasing drainage. The relative proportion of LB and STEM increased and that of grain decreased with decreasing drainage. In both cultivars, the dry weight of all of the plant parts decreased with increasing density and the extent of decrease was in the order of cultivar P3432 > P3732. The relative proportion of LB increased and that of grain slightly decreased with increasing density.

2. Moisture content of LB, STEM and whole plant decreased with decrease in drainage. Irrespective of density, crude protein content was in the order of plot 201 and 202 < 101 and 102, and crude fiber, lignin and crude silicate contents were in the order of plot 201 and 202 > 101 and 102. Crude fat content was in the order of plot 202 < 101, 102 and 201 in low density. NDF content in all of density and crude ash content in high density were in the order of plot 202 > 101, 102 and 201. Drainage treatment had little effect on the content of the other constituents.

3. The moisture content of LB and STEM were in the order of high < medium and low density. Irrespective of drainage treatment, crude protein content was in the order of low > medium and high density; lignin content was in the order of low and medium < high density; and crude silicate content was in the order of low < medium and high density. In plot 201 and 202, crude fiber content was in the order of low < medium and high density, and ADF and NDF contents were in the order of low and medium < high density. Crude fat content was in the order of low > medium and high density in plot 101 and low and medium > high density in plot 202. Density had little effect on the content of the other constituents.

---

\* 附属農場

## 緒 言

著者らは前報<sup>14)</sup>で熟性、排水システム及び栽植密度が、トウモロコシの生育、収量に及ぼす影響について検討し、西南暖地の重粘土水田の転換畑で、秋作麦の前作として、平畦栽培する場合には、主暗渠間隔10m、補助暗渠間隔1～2mの暗渠排水システムを施工し、極早生又は早生種を、10a当り9,000本前後の密度で栽培する必要があることを報告した。

本報では、前報の供試条件下で生産されたトウモロコシの、部位別構成割合及び飼料成分の分析結果について報告する。

本試験は文部省科学研究費補助金（試験研究2：課題番号：57860002）の交付を受けて行った。

## 材料及び方法

供試品種、排水システム及び栽植密度は第1表の註に示した。

部位は葉身、葉鞘+稈+雄穂（茎部と略記）及び雌穂に分けて、105℃で通風乾燥後、雌穂は脱粒して穂柄+穂芯+苞葉（雌穂残部と略記）と子実とに分けた。

含水率の測定及び飼料成分の分析は、パイオニアA号のみについて行った。分析試料は部位別に70℃で通風乾燥し、Wiley millで1mm目の篩を用いて粉碎した。これらの試料から部位別構成割合に従って、一定量ずつ秤取りし、よく混合したものをホールクロップ試料として分析に供した。一般成分は常法<sup>6)</sup>により、ADF、NDF、リグニン及び粗ケイ酸は農水省畜産試験場の方法<sup>12)</sup>によって分析した。

## 結果及び考察

1. 部位別乾物重及び構成割合と熟性、排水システム及び栽植密度との関係（第1及び2表）

(1) 熟性との関係

葉身、茎部及び雌穂残部の乾物重（以下重さと略記）は、いずれも、草丈が高く、主稈葉数が多い<sup>14)</sup>1号がA号より重かった。しかし、子実重は、反対に、A号が1号よりも重かった。

部位別構成割合をみると、A号は葉身：10%、茎部：25%、雌穂残部：14%及び子実：51%、1号は葉身：13%、茎部：29%、雌穂残部：15%及び子実：44%であった。これらの割合は、斉藤・高橋<sup>9)</sup>の結果とほぼ同じであるが、A号は1号に比べて、葉身、茎部及び雌穂残部の割合が小さく、子実の割合が大きかった。このことは、

茎、葉及び苞葉の割合は早生種より晩生種の方が大きい、穂の割合は早生種が大きいたしたBryantとBlaser<sup>2)</sup>の結果と符合する。

(2) 排水の良否との関係

重さを栽植密度（以下密度と略記）をこみにした平均値（以下平均値と略記）で比較すると、品種に関係なく、各部位とも暗渠間隔が広くなるにつれて、すなわち、排水が悪くなるにつれて減少した。とくに、主暗渠間隔のちがいによる差が大きかった。これらの減少程度（101区と202区との差）を密度別にみると、A号では全部位重の、1号では子実重の減少程度が標準植及び密植で大きかった。なお、排水不良の影響は葉身及び茎部の重さよりも、雌穂残部及び子実の重さに強く現われた。

部位別構成割合を平均値で比較すると、両品種とも、葉身及び茎部の割合は排水が悪くなるにつれて増大した。反対に、子実の割合は排水が悪いほど小さくなる傾向がみられた。これらの増減程度は標準植及び密植で大きかった。雌穂残部の割合は排水の良否によってほとんど異ならなかった。

以上の結果は、前報でのべたように、湿害と早害とによると考えられる。幼穂形成期に早害を受けたらしいことは、とくにA号の子実重が102区より101区で小さく、しかも、その差が密度が大きい場合に大きいことからもうかがえる。

(3) 密度との関係

平均値で比較すると、どの部位の重さも、品種及び排水の良否に関係なく、密度が大きくなるにつれて減少した。それらの減少程度（疎植と密植との差）は排水の悪い場合に大きかった。また、減少程度はA号よりも1号で大きかったが、これは1号の方が草丈が高く、主稈葉数が多かったために、相互遮蔽の影響が1号に強く現われた<sup>14)</sup>ものと考えられる。

部位別構成割合と密度との関係は部位によって異なった。すなわち、平均値で比較すると、密度が大きくなるにつれて、両品種とも、葉身の割合が増大し、子実の割合がわずかではあるが減少した。なお、これらの増減程度は排水の悪い場合に大きかった。その他の部位の割合は密度によってほとんど異ならなかった。

部位別構成割合と密度との関係については、BohleとWagner<sup>1)</sup>、BryantとBlaser<sup>2)</sup>、岩田と大久保<sup>4)</sup>及びPhippsとWeller<sup>8)</sup>の報告があり、葉の割合が密度が大きくなるにつれて大きくなる<sup>2,4)</sup>点では一致している。しかし、茎又は茎葉の割合については、密度による差がないとしたもの<sup>2)</sup>と密植が疎植よりも大きいとしたもの<sup>1,4)</sup>

Table 1. Dry weight of different plant parts as affected by hybrid maturity, drainage system and planting density.

Drainage system	P3732				P3432			
	Planting density				Planting density			
	L	M	H	Avg	L	M	H	Avg
Leaf blade (g/plant)								
101	26.6	25.2	20.4	24.1	41.8	35.0	25.6	34.1
102	28.4	25.8	23.8	26.0	37.8	35.0	26.2	33.0
201	22.0	24.4	15.4	20.6	31.2	24.4	15.4	23.7
202	23.0	16.4	15.4	18.3	28.4	25.8	18.2	24.1
Avg	25.0	23.0	18.8	22.3	34.8	30.1	21.4	28.8
Stem (g/plant)								
101	70.0	65.0	49.0	61.3	119.8	73.0	58.0	83.6
102	70.0	66.4	57.6	64.7	91.0	89.0	54.8	78.3
201	53.6	65.4	35.8	51.6	83.8	52.2	34.6	56.9
202	61.0	37.8	33.0	43.9	68.8	55.8	35.8	53.5
Avg	63.7	58.7	43.9	55.4	90.9	67.5	45.8	68.1
Ear residue (g/plant)								
101	40.7	33.7	28.5	34.3	61.8	37.5	31.1	43.5
102	39.6	36.4	31.5	35.8	44.6	46.9	29.5	40.3
201	33.6	34.7	18.8	29.0	39.4	26.4	18.1	28.0
202	31.7	18.1	16.2	22.0	38.0	25.6	16.6	26.7
Avg	36.4	30.7	23.8	30.3	46.0	34.1	23.8	34.6
Grain (g/plant)								
101	150.7	142.3	107.9	133.6	144.0	128.1	104.5	125.5
102	155.9	150.4	124.0	143.4	153.3	125.0	97.4	125.2
201	124.9	123.4	68.4	105.6	119.3	95.3	46.5	87.0
202	115.7	70.1	57.5	81.1	101.1	74.4	48.0	74.5
Avg	136.8	121.6	89.5	116.0	129.4	105.7	74.1	102.1

1. Stem contains leaf sheath, culm and tassel.  
 2. Ear residue contains shank, cob and husks.

## 4. Drainage system

Symbol	Main drain spacing	Supplementary mole drain spacing
101	10m	1 m
102	10m	2 m
201	20m	1 m
202	20m	2 m

## 3. Hybrid

P 3732 : extremely early maturing, Pioneer A  
 P 3432 : early maturing, Pioneer 1

## 5. Planting density

Symbol	Intrarow spacing	Plants/m <sup>2</sup>
L	30m	4.6
M	22.5	6.2
H	15	9.3

Inter-row spacing : 70cm

Table 2. Relative proportion of different plant parts of maize as affected by hybrid maturity, drainage system and planting density.

Drainage system	P3732				P3432			
	Planting density							
	L	M	H	Avg	L	M	H	Avg
	Leaf blade (%)							
101	9.2	9.5	9.9	9.5	11.4	12.8	11.7	12.0
102	9.5	9.2	10.0	9.6	11.6	11.8	12.6	12.0
201	9.4	9.8	11.1	10.1	11.4	12.3	13.4	12.4
202	9.9	11.5	12.6	11.3	12.0	14.2	15.3	13.8
Avg	9.5	10.0	10.9	10.1	11.6	12.8	13.3	12.6
	Stem (%)							
101	24.3	24.4	23.8	24.2	32.6	26.7	26.5	28.6
102	23.3	23.8	24.3	23.8	27.9	30.1	26.4	28.1
201	22.9	26.4	25.9	25.1	30.6	26.3	30.2	29.0
202	26.4	26.5	27.0	26.6	29.0	30.7	30.1	29.9
Avg	24.2	25.3	25.3	24.9	30.0	28.5	28.3	28.9
	Ear residue (%)							
101	14.2	12.6	13.9	13.6	16.8	13.7	14.2	14.9
102	13.5	13.1	13.4	13.3	13.7	15.8	14.2	14.6
201	14.3	14.0	13.6	14.0	14.4	13.3	15.8	14.5
202	13.7	12.8	13.3	13.3	16.1	14.1	14.0	14.7
Avg	13.9	13.1	13.6	13.5	15.3	14.2	14.6	14.7
	Grain (%)							
101	52.3	53.5	52.4	52.7	39.2	46.8	47.7	44.6
102	53.0	53.9	52.3	53.1	46.9	42.2	46.8	45.3
201	53.4	49.8	49.4	50.9	43.6	48.1	40.6	44.1
202	50.0	49.2	47.1	48.8	42.8	41.0	40.5	41.4
Avg	52.2	51.6	50.3	51.4	43.1	44.5	43.9	43.8

1. Symbols are the same as those in table 1.
2. Stem contains leaf sheath, culm and tassel.
3. Ear residue contains shank, cob and husks.

とがある。また、雌穂又は子実の割合については、密度による差が小さいとしたもの<sup>2)</sup>もあるが、密植するとその割合が小さくなるとしたもの<sup>1,4,7)</sup>が多い。これらの相違は部位別構成割合に対する密度の影響が、品種によって異なることによるようである。また、多湿又は早魃に遭った時期における発育ステージのちがいが、本試験結果と他の結果との不一致及び本試験における品種間差異を生じる原因になった可能性も考えられる。

## 2. 水分及び飼料成分含有率と排水の良否及び密度との関係 (第3及び4表)

### (1) 排水の良否との関係

含水率は、平均値と比較すると、葉身、茎部及びホールクロップでは排水が悪いほど低く、その減少程度は密植の場合にとくに大きかった。このことは排水が悪いほど下葉の枯れ上りが早くから始った<sup>14)</sup>ことからもうかがえる。これは、後述するリグニン含有率からもわかる

Table 3. Moisture content of different plant parts and whole plant of maize (P3732) as affected by drainage system and planting density.

Drainage system	Planting density			Avg
	L	M	H	
	Leaf blade (%)			
101	57.5	54.4	58.5	56.8
102	48.5	56.3	53.7	52.8
201	41.2	44.4	37.7	41.1
202	44.4	42.7	36.4	41.2
Avg	47.9	49.5	46.6	
	Stem (%)			
101	76.7	76.5	75.9	76.4
102	76.0	76.4	76.0	76.1
201	73.8	73.6	73.5	73.6
202	72.9	72.6	63.1	69.5
Avg	74.9	74.8	72.1	
	Ear (%)			
101	42.1	40.2	43.4	41.9
102	41.4	40.9	41.0	41.1
201	41.9	41.4	40.6	41.3
202	41.8	41.0	39.5	40.8
Avg	41.8	40.9	41.1	
	Whole plant (%)			
101	58.5	57.5	58.3	58.1
102	56.8	57.5	57.3	57.2
201	54.5	55.9	54.8	55.1
202	55.5	55.0	48.2	52.9
Avg	56.3	56.5	54.7	

1. Symbols are the same as those in table 1.
2. Stem contains leaf sheath, culm and tassel.
3. In this table ear is not ear residue, but contains grain.

ように、湿害と早害とによって植物体の老化が早められたことによると考えられる。一方、雌穂の含水率は排水の良否によってほとんど異ならなかった。これは水分が茎葉から穂に移行して、穂における水分の減少をカバーしたためであろう。

粗たん白質含有率は、密度に関係なく、主暗渠間隔20mの両区が、それが10mの両区よりも低かった。粗脂肪含有率は、疎植の場合にのみ、最も排水の悪かった202区が他の3区よりも低かった。

粗せんい含有率は、密度に関係なく、主暗渠間隔20m

の両区が、それが10mの両区よりも高く、その差は標準植及び密植で大きかった。NDF含有率は排水が最も悪かった202区が他の3区よりも高かったが、ADF含有率の排水の良否による差はみられなかった。

リグニン含有率は、密度に関係なく、主暗渠間隔20mの両区が、それが10mの両区よりも著しく高かった。このことは排水が悪いと木化が早く進むことを示すものであろう。

NFE含有率は排水の良否によってほとんど異ならなかった。

粗灰分含有率は、密植の場合に、202区が他の3区よりも高かった。粗ケイ酸含有率は、密度に関係なく、主暗渠間隔20mの両区が、それが10mの両区よりも高く、とくに、202区の密植で高かった。これは、水稻の畑苗は水苗に比べてケイ酸の吸収量が少ない<sup>13)</sup>とされていることより、土壌含水率のちがいによるものと考えられる。

## (2) 密度との関係

含水率を平均値で比較すると、各部位とも密度による差はほとんどなく、一定の傾向は認められなかった。しかし、202区の密植では葉身及び茎部の含水率が著しく低かった。

粗たん白質含有率は、排水の良否に関係なく、疎植が標準植及び密植よりも高かった。トウモロコシの各部位の粗たん白質含有率と密度との間には一定の関係はないとした報告<sup>2)</sup>もある。しかし、本試験結果は岩田と大久保<sup>4)</sup>の、絹糸抽出期における葉身の窒素含有率及びStickler<sup>10)</sup>の子実のたん白質含有率についての結果とほぼ符合する。これは、粗たん白質含有率は葉と穀穂が茎部より高い<sup>1)</sup>とされていることより、密度が大きくなるにつれて株間競争が増大し<sup>4)</sup>、雌穂、とくに子実の構成割合が小さくなったことによるものと考えられる。

粗脂肪含有率は、平均値で比較すると、密度によってほとんど差がなかった。しかし、101区では疎植で高く、202区では密植で低かった。

粗せんい、ADF及びNDF含有率は、平均値で比較すると、密度による差は小さかった。しかし、201及び202両区では、粗せんい含有率は疎植で低く、ADF及びNDFの含有率は密植で高かった。これらの結果は名久井ら<sup>7)</sup>及びWilkinsonとPhipps<sup>15)</sup>の結果とほぼ符

Table 4. Content of chemical constituents in whole plant of maize (P3732) as affected by drainage system and planting density.

Drainage system	Planting density				Planting density			
	L	M	H	Avg	L	M	H	Avg
	Crude protein (%)				ADF (%)			
101	8.6	7.8	8.3	8.2	18.0	17.8	15.8	17.2
102	8.6	7.8	8.0	8.1	17.0	17.8	19.2	18.0
201	7.5	6.4	6.3	6.7	14.9	16.8	18.6	16.8
202	6.6	6.3	6.1	6.3	17.2	18.3	18.8	18.1
Avg	7.8	7.1	7.2		16.8	17.7	18.1	
	Crude fat (%)				NDF (%)			
101	3.7	3.4	3.1	3.4	32.6	34.5	33.2	33.4
102	3.0	3.4	3.2	3.2	36.9	34.1	32.8	34.6
201	3.2	3.2	3.3	3.2	33.0	30.9	36.1	33.3
202	2.8	3.3	3.2	3.1	36.8	37.6	39.1	37.9
Avg	3.2	3.3	3.2		34.8	34.3	35.3	
	Crude fiber (%)				Lignin (%)			
101	13.8	14.4	12.9	13.7	0.4	0.4	0.4	0.4
102	13.4	13.7	13.8	13.6	0.5	0.5	0.5	0.5
201	14.1	15.9	16.7	15.6	1.6	1.4	1.7	1.6
202	15.3	16.4	16.7	16.1	1.7	1.8	2.0	1.8
Avg	14.2	15.1	15.0		1.1	1.1	1.2	
	NFE (%)				Silicate (%)			
101	69.4	70.1	71.5	70.3	0.3	0.5	0.5	0.4
102	70.8	70.7	70.4	70.6	0.1	0.8	0.2	0.4
201	70.8	70.3	69.5	70.2	1.1	1.1	1.0	1.1
202	70.8	69.4	69.0	69.7	1.2	1.3	1.7	1.4
Avg	70.5	70.1	70.1		0.7	0.9	0.9	
	Crude ash (%)							
101	4.5	4.3	4.2	4.3				
102	4.2	4.4	4.6	4.3				
201	4.4	4.2	4.2	4.3				
202	4.5	4.6	5.0	4.7				
Avg	4.4	4.4	4.5					

1. Symbols are the same as those in table 1.
2. Values expressed on dry matter basis.
3. Crude protein % = Total N % × 6.25

合している。これは、密度が大きくなると子実の構成割合が小さくなるために、これらの成分の含有率が相対的に増大した<sup>7)</sup>ものであろう。

リグニン含有率は標準植及び疎植に比し密植で高く、WilkinsonとPhipps<sup>15)</sup>の結果とほぼ符合した。このことは、密度が大きくなると木化が早く進むことを示唆するものであり、正岡と高野<sup>5)</sup>がソルガムで報告しているように、乾物消化率が低下すると推測される。

NFE含有率は密度によってほとんど異ならなかった。

粗灰分含有率の密度による差はほとんどみられず、PhippsとWeller<sup>8)</sup>やThomら<sup>11)</sup>の結果と符合した。しかし、ケイ酸含有率は疎植に比し標準植及び密植で高かった。

飼料成分含有率と密度との間には以上のような関係がみられたが、飼料価値を論ずる場合には消化率を考慮しなければならない。正岡と高野<sup>5)</sup>は密植すると乾物消化率が低下するとしている。一方、単位面積当りの乾物収量は密度が大きくなるにつれて増加する<sup>3, 5, 11, 14)</sup>。前報<sup>14)</sup>では、新得方式で算出したTDN収量が、疎植に比べて標準植及び密植の場合に多いとした。しかし、正岡と高野<sup>5)</sup>も報告しているように、実際の可消化乾物収量の密度による差は小さいのではなからうか。

以上のように、トウモロコシの飼料成分含有率は密度よりも排水の良否の影響を強く受ける。強粘質水田の転換畑における平畦栽培では、梅雨期や豪雨の時には多湿の害を受けるほか、当地のような瀬戸内気候のところでは夏季に早害を受けることもある。その結果、乾物収量が減少するだけでなく、雌穂、とくに子実の構成割合が小さくなり、飼料成分の含有率も低下する。その上に、排水が悪いとリグニンやケイ酸の含有率が高くなるので、飼料価値が低下する。したがって、水田転換畑で排水措置を講じることは、増収上のみならず、飼料価値を高める上からも必要であるといえよう。

## 摘 要

前報では、水田転換畑のトウモロコシの生育・収量に及ぼす熟性、排水システム（以下排水の良否）及び栽植密度（以下密度）の影響について報告した。本報では、これらの要因が部位別構成割合及び飼料成分含有率に及ぼす影響について報告した。部位は葉身、葉鞘+稈+雄穂（以下茎部）、穂柄+穂芯+包葉（以下雌穂残部）及び子実に分けた（各要因の記号については第1表註参照）。

1. 部位別乾物重及び構成割合と熟性、排水の良否及び密度との関係

(1) 熟性との関係：葉身、茎部及び雌穂残部の乾物重（以下重さ）は早生>極早生、子実重は早生<極早生であった。部位別構成割合と熟性との間にも、重さの場合と同様の関係があった。

(2) 排水の良否との関係：部位別の重さは、熟性に関係なく、排水が悪くなるにつれて減少した。また、排水が悪いほど葉身及び茎部の割合が増大し、子実の割合が減少した。

(3) 密度との関係：各部位の重さは、熟性に関係なく、密度が大きくなるにつれて減少したが、その減少程度は早生>極早生であった。密度が大きくなるにつれて、葉身の割合が増大し、子実の割合が減少した。

2. 水分及び飼料成分の含有率と排水の良否及び密度との関係（飼料成分は極早生のホールクロップについて）

(1) 排水の良否との関係：葉身、茎部及びホールクロップの含水率は排水が悪いほど低かった。密度に関係なく、粗たん白質含有率は201及び202区<101及び102区であったが、粗せんい、リグニン及び粗ケイ酸の含有率は201及び202区>101及び102区であった。粗脂肪含有率は、疎植の場合に202区<101, 102及び201区であった。NDF含有率は密度に関係なく、また、粗灰分含有率は密植の場合に、202区>101, 102及び201区であった。その他の成分の含有率は、排水の良否の影響をほとんど受けなかった。

(2) 密度との関係：葉身及び茎部の含水率が202区の密植の場合に著しく低かったほかは、含水率の密度による差は小さかった。

排水の良否に関係なく、粗たん白質含有率は疎植>標準植及び密植、リグニン含有率は疎植及び標準植<密植、粗ケイ酸含有率は疎植<標準植及び密植であった。201及び202両区において、粗せんい含有率は疎植<標準植、及び密植、ADF及びNDF含有率は疎植及び標準植<密植であった。粗脂肪含有率は、101区では疎植>標準植及び密植、202区では疎植及び標準植>密植であった。その他の成分の含有率の密度による差は小さかった。

## 引用文献

- Bohle, B. und F. Wagner: Das wirtschafts-eigene Futter, **24**, 115-124, 1978.  
抄, 日草近中支部報, **8**, 46, 1979.
- Bryant, H. T. and R. E. Blaser: Agron. J., **60**, 557-559, 1968.
- Fairey, N. A.: Can. J. Plant Sci., **62**, 427-434, 1982

4. 岩田文男・大久保隆弘：日作紀, **39**, 97-104, 1970.
5. 正岡淑郎・高野信雄：日草誌, **31**, 117-122, 1985.
6. 森本宏：動物栄養試験法, 第1版, 282-297, 養賢堂, 東京, 1971.
7. 名久井忠・箭原信男・高井慎二：東北農試研報, **70**, 85-103, 1984.
8. Phipps, R. H. and R. F. Weller: J. Agri. Sci., **92**, 471-483, 1981.
9. 斉藤孝夫・高橋賢一：宮城農短大学報, **34**, 59-65, 1986.
10. Stichler, F. C.: Agron. J., **56**, 438-441, 1964.
11. Thom, E. R., F. D. Dorofaeff and C. B. Dyson: N. Z. J. Agri. Res., **24**, 285-292, 1981.
12. 畜産試験場：新しい飼料分析法とその応用, 農水省畜産試験場 資料, **51-1**, 14-24, 1981.
13. 戸苧義次・松尾孝嶺編：稲作講座 **3**, 50, 朝倉書店, 東京, 1956.
14. 上山泰・松井範義・南條巖・尾崎武・秋田謙司・石田薫：神大農研報, **17**, 181-189, 1987.
15. Wilkinson, J. M. and R. H. Phipps: J. Agri. Sci., **92**, 485-491, 1979.