

## 転換畑における粗飼料の安定生産利用に関する研究

### I 堆肥施用の効果

米本貞夫・反町 裕・藤城清司\*<sup>1</sup>・三上 亮\*<sup>2</sup>・江藤哲雄

Studies on the Steady Production Methods and Use of Forecrop

Produced at Upland Field Converted from Paddy

I Effect of Farmyard Manure Spreaded Upland Field Converted from Paddy

Sadao YONEMOTO, Yutaka SORIMACHI, Seiji FUJISIRO\*<sup>1</sup> Akira MIKAMI\*<sup>2</sup> and Tetuo ETOH

### 要 約

重粘土の転換畑において、堆肥の施用が、土壌や作物生産にどのような効果を持つか、施用量を10アール当たり年間0 t (化学肥料3要素を年間各20kg 施用)、4 t (化学肥料3要素を年間各10kg 施用)、8 t、16 tとし、トウモロコシとソルガムの混播を6年間栽培し、土壌の碎土率の変化、乾物生産量の推移、窒素の収支について検討した。

結果は以下のとおりであった。

碎土率の向上に堆肥の連年施用は効果を持つと考えられた。ただし、施用の初期では、堆肥施用が土壌水分含量を高め、そのことが碎土率を低下させると考えられたことから、初期には多量施用は控え、年数の経過とともに施用量を増やすことが良いと考えられた。

乾物収量は、6年間の平均では、8 t区が10%程低く、他はほとんど同じであった。また、16 t区は、2日目までは化学肥料のみ区(0 t区)に比べ低収であったが、年数の経過とともに相対的な収量が増す傾向を示した。

乾物生産の点から、堆肥を有効に使うには、当初の2年間程度は堆肥と化学肥料を併用し、その後は堆肥を増やし、それに応じて化学肥料を減らすやり方が良いと考えられた。

窒素の吸収率は、5カ年間の平均で、化学肥料のみ区(0 t区)で159%、4 t区で104%、8 t区で70%、16 t区で40%であった。このことから、化学肥料の標準施用のみでは、窒素収支はマイナスとなり、地力は消耗すると考えられた。

### 結 言

重粘土転換畑は、その土壌の性状から、碎土が不良で耕起後の土塊が大きく、機械による播種作業の精度低下や、覆土厚の不均一等による発芽・初期生育の不安定等、作物栽培に種々の影響を及ぼしている。

また、耕盤も影響していると考えられるが、作物の生育に対して乾燥害や湿害を発生させやすい。

すなわち、耕起後に晴天が続くと、土塊が大きくて全体の空隙が多いことから、耕耘した部分の土壌が乾き易く、

一方で降雨量が多いと、この部分に水が溜まり、それぞれ作物の生育に害を及ぼす<sup>1-3)</sup>。

碎土が不良で土塊が大ききこと及び耕盤の存在が毛管水を遮断し、乾燥害を発生させる。一方、耕盤の存在と粘質な土壌が、地表水の排水を妨げ、湿害を発生させる。

これらの栽培上の不安定な要因を、牛糞を主体とした堆肥の施用により緩和できないか、特に堆肥施用による土壌の物理性(碎土率)の改善および乾湿害の軽減ができないかを検討した。また、堆肥の施用による化学肥料施用量の削減についても若干の検討を行った。

### 材料及び方法

#### 1. 供試圃場及び試験期間

試験に使用した圃場は、千葉県の南部、鴨川市横尾地先の転換畑で、用排水路の整備された、1枚が20アール

\*<sup>1</sup>元嶺岡乳牛試験場

\*<sup>2</sup>現千葉県畜産会

平成14年8月29日受付

(80m×25m)の圃場。

圃場の来歴は、昭和53年までは水田であり、同54年に暗渠を施工(深さは上流端60cm、下流端90cmで、上記20aに12m間隔で2本施工)し、転換畑として飼料作物の生産に3年間使用した。その後11年間は耕作はせず、時々耕起管理するような状態であった。平成5年から再び飼料作物生産に使用し、平成8年から平成13年まで6年間本試験の圃場として使用した。

2. 堆肥施用量区分、試験区面積及び反復数

堆肥施用量を10a当たり4t、8tおよび16tの3区分と化学肥料のみ(堆肥0t区)の試験区の計4処理区分を設けた。

化学肥料のみの区の施用量は本県の標準的な量とした<sup>4)</sup>。また、堆肥施用量4t区では、化学肥料を化学肥料のみの区の半量施用とした。詳細は表1に示した。

各処理区の面積は、3m×3.25mで、それぞれ4反復とし、供試圃場のほぼ中央に配した。

3. 作付作物及び耕種概要

作付は、いずれの年とも、当地域での栽培が多いトウモロコシとソルガムの混播とした。

栽植様式は条播とし、畦巾65cmで、トウモロコシの株間は20cm、ソルガムは同一畦に条に播種した。

耕起前に苦土石灰を10a当たり50kgの割合で散布した。

化学肥料の施用は、基肥は播種当日に条に、追肥は1番刈の刈取翌日に行った。

各年の供試品種及び播種月日と刈取月日等は表2に示

した。

トウモロコシの品種は、当地域で収量性も高く、一般的に使用されている相対熟度120日前後のものを用いた。ソルガムの品種は、トウモロコシとの混播に適する品種で、病気等に強いものを用いた。

播種時期は混播栽培に適する時期とした。

1番刈はトウモロコシの黄熟期を目安として実施した。

2番刈はソルガムの生育がほぼ停止した時期とした。

4. 堆肥の施用時期及びその成分含量

各年における堆肥の施用時期及びその成分含量は表3に示した。

使用した堆肥は、搾乳牛55頭及び種雄牛15頭前後の飼養から搬出されたもので、搾乳牛の糞はバークリーナで集め、固液分離機をかけた後堆肥舎に毎日搬入され、一方、種雄牛の糞は敷料の稲わら及び一部オガクズまじりで、両者は同一の堆肥舎に毎日搬入され、ここで3週間に1回程度切り返しを行い、2ヶ月半～3ヶ月程度経過したものである。

堆肥の水分は、65℃の通風乾燥機により乾燥し測定した。窒素含量は、ケルダール法により測定した。

5. 調査方法

(1) 碎土率及び土壤水分

碎土率の調査は、播種当日ないし前日にロータリにより耕耘後、各処理区の中心50cm×50cmの作土全体を2cmの篩により篩い分けし、2cm以下の重量割合で求めた。

表1 試験区分

区 分	施 用 量	
	基 肥	追 肥
堆肥0t区	化学肥料のみで窒素、リン酸、カリ、各10kg/10a	基肥と同量
堆肥4t区	堆肥4t/10a。化学肥料を3要素で各5kg/10a	化学肥料を3要素で各5kg/10a
堆肥8t区	堆肥8t/10a	なし
堆肥16t区	堆肥16t/10a	なし

表2 耕種概要

項 目	年					
	平成8年	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年
トウモロコシ品種	P3352	P3352	P32K61	P32K61	P32K61	P32K61
ソルガム品種	FS305	FS305	KCS105	FS5	FS5	FS5
ソルガム播種量(kg/10a)	1.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0
播種月日	4月22日	4月21日	4月21日	4月28日	4月19日	4月18日
1番刈月日	8月5日	8月12日	8月10日	8月4日	8月3日	8月2日
2番刈月日	11月22日	11月19日	11月16日	11月4日	11月9日	11月15日

注) P3352の相対熟度は118日。P32K61の相対熟度は122日

表3 堆肥の施用月日及びその成分含量

項 目	年					
	平成8年分	平成9年分	平成10年分	平成11年分	平成12年分	平成13年分
施用月日	平成8年3月8日	平成8年12月16日	平成10年3月18日	平成10年11月25日	平成11年11月17日	平成13年3月16日
水分含量%	75.7	75.6	72.0	68.9	77.4	74.4
窒素含量%	0.664	0.464	0.540	0.443	0.562	0.510

また、この時の土壌の水分含量は65℃の通風乾燥機により乾燥し求めた。

なお、ロータリによる耕耘条件は表4のとおりである。

表4 砕土率測定に際しての耕耘条件

年	耕耘条件	測定月、日
9	トラクターでロータリー耕2回がけ 耕深16cm	4.21
10	〃 〃 〃	4.21
11	〃 〃 〃	4.28
12	〃 ロータリー（アップカット）耕	4.18
13	〃 〃 〃	4.17
14	〃 〃 〃 耕深24cm	4.23

(2) 乾物収量

基本的に、各処理プロット（3m×3.25m）5畦中の中心の1畦の真中1mについて刈取り、その重量を測定した。

乾物率は65℃の通風乾燥機により乾燥し求めた。

乾物収量は生の重量に乾物率を乗じて求めた。

(3) 窒素の収支

前記の乾物率を求めた材料の窒素含量をケルダール法により測定し、乾物収量に乗じて窒素の吸収量を求めた。

窒素の施用量については、使用した化学肥料と堆肥の量及びその窒素含量から算出した。

結果及び考察

1. 砕土率

処理区別・年別の砕土率を表5に示した。また、その時の土壌水分を表6に示した。

表5 処理区別・年別砕土率 (%)

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
9	70.5a	71.1a	69.5a	63.5b
10	50.7	51.4	54.0	51.2
11	63.9a	51.6b	43.2b	49.7b
12	63.4a	64.6a	69.9a	71.1b
13	78.4	79.0	81.3	84.0
14	79.7	82.8	84.6	83.7

注) 2cm以下の重量割合  
年別で、異符号間に有意差 (P<0.05) あり

表6 砕土率測定時の土壌水分含量 (%)

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
9		27.4		
10	28.3a	29.6a	31.7b	33.8c
11	25.6a	29.1b	32.8c	34.7c
12	26.0a	28.1b	29.5b	31.3c
13	18.5a	18.4a	18.5a	21.5b
14	27.0a	28.8b	30.4c	32.7d

注) 年別で、異符号間に有意差 (P<0.05) あり

また、年別に堆肥の施用量による砕土率の違い及び堆肥施用量別の砕土率の推移を図1と図2に示した。

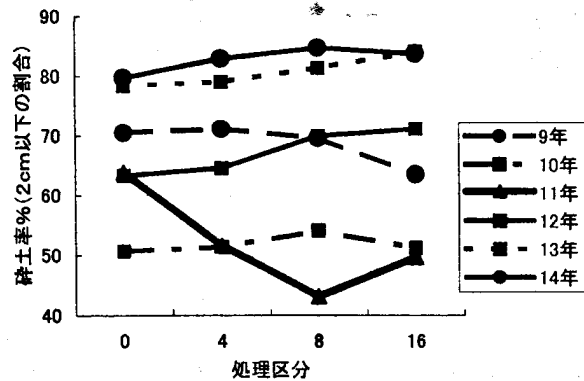


図1 年別の堆肥施用量の違いによる砕土率の推移

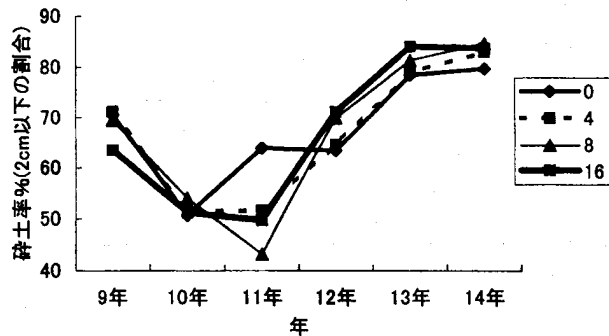


図2 堆肥施用量別の砕土率の推移

砕土率を年別に見ると、平成9年では、16t区で低い。平成10年では、処理区分による差は少ない。平成11年では、8t区までは堆肥の施用量が多いほど低いが、逆に16t区では若干向上している。平成12年以降は、堆肥施用量が多いほど向上の傾向を示している。

土壌の水分含量については、いずれの年も堆肥施用量が多いほど高い。

これらのことから、当初の3年間程は堆肥施用による砕土率改善効果はなく、むしろ逆の影響を与えたと考えられる。

図3～図7に各年における土壌の水分含量と砕土率の関係を示したが、平成10、11年はその関係が強く、土壌水分が高いと砕土率が低くなっている。

これらのことから、堆肥施用により、それが水を吸って、あるいは堆肥が地表面を覆うことで、土の乾きを遅らせ、結果として土壌水分含量を高め、これが砕土率に大きく影響したためではないかと考えられる。

12年以降については、堆肥施用量が多いほど土壌水分が高くなるにもかかわらず砕土率は向上した。これは、4年目以降でようやく堆肥施用による土壌の物理性改善効果が現れてきたためではないかと考えられる。ただし、堆肥無施用の0t区においても、13年以降は砕土率が高くなってきている。これは、耕起・栽培の繰返しによ

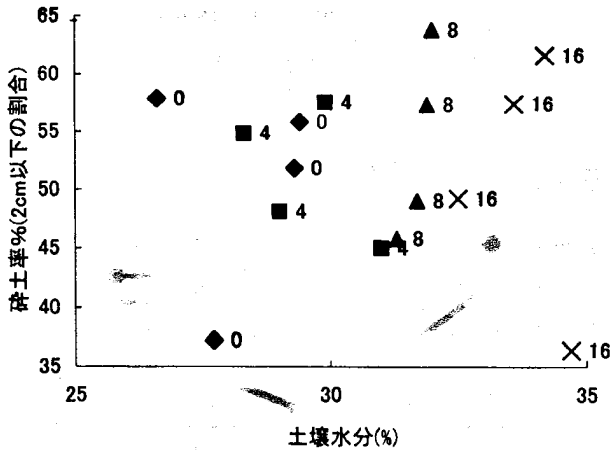


図3 土壌の水分含量と碎土率の関係(平成10年)

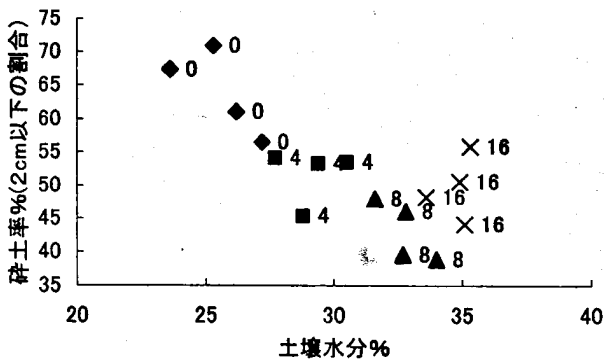


図4 土壌の水分含量と碎土率の関係(平成11年)

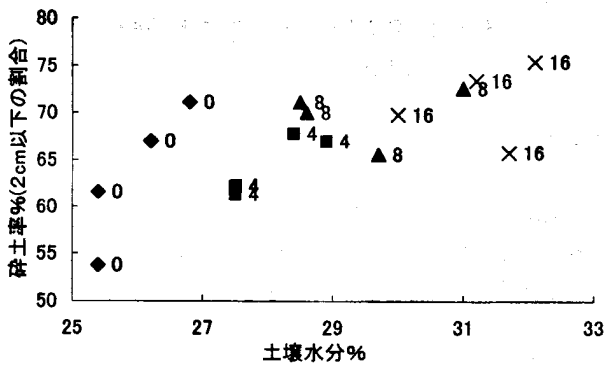


図5 土壌の水分含量と碎土率の関係(平成12年)

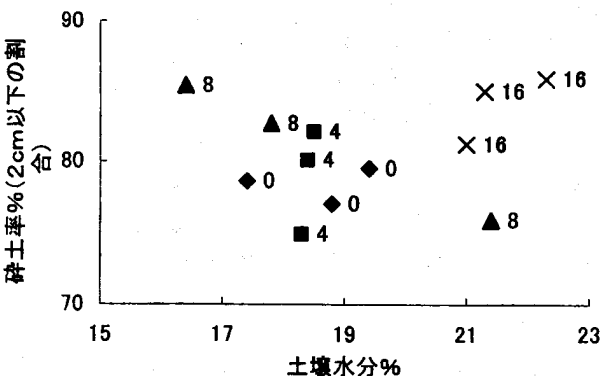


図6 土壌の水分含量と碎土率の関係(平成13年)

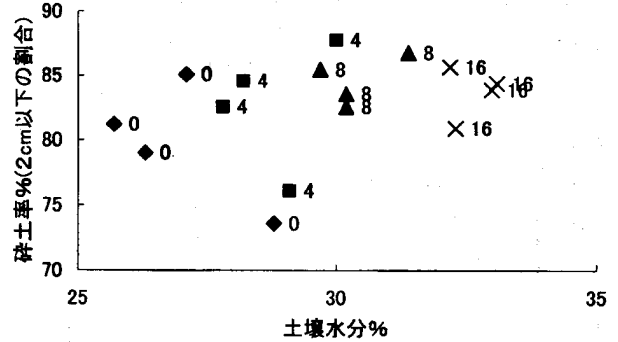


図7 土壌の水分含量と碎土率の関係(平成14年)

り、植物の残根等の土壌中の有機物の増加が土壌の物理性を変えてきたためや、植物根等による耕盤の破壊の進行等の結果ではないかと考えられる。

以上のことから、重粘土の転換畑において碎土率を向上させるには、耕起・栽培の繰り返しと、そこに堆肥を併用すれば、より早期に改善が図られるものと考えられる。ただし、水田から転換して初期の段階では、堆肥施用が土壌の水分含量を高め、このことがむしろ碎土率を悪くすることから、初期においては堆肥の施用量に配慮するとともに、極力土壌の乾いた時に耕起することが、碎土率を高める上で大切であると考えられる。

## 2. 乾物収量

### (1) 1番刈の乾物収量

1番刈の各年の化学肥料のみ施用区の乾物収量を100とした場合の、各処理区の収量比を表7と図8に示した。

これらの結果を見ると、堆肥を10a当たり4tと化学肥料を標準の半量施用した区で、年により若干の変動はあるがほぼ化学肥料のみ区と同程度の収量を示した。

堆肥のみを10a当たり8t施用した区では、化学肥料のみを標準施用した区に比べ収量が低くなる年が多く、その減収程度は10~20%を示した。

堆肥のみを10a当たり16t施用した区では、化学肥料のみを標準施用した区に比べ、初年目、2年目と低収量であったが、3年目以降は、6年目を別にして、

表7 年別の処理区別1番刈の乾物収量比

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
8	100	104a	93	79b
9	100a	94b	82c	89b
10	100	107	106	100
11	100	104	79	104
12	100a	112	101a	126b
13	100a	91	75b	85
平均	100	102	89	97

注) 化学肥料のみ施用区の収量を100とした場合の比。

年別で、異符号間に有意差 (P<0.05) あり

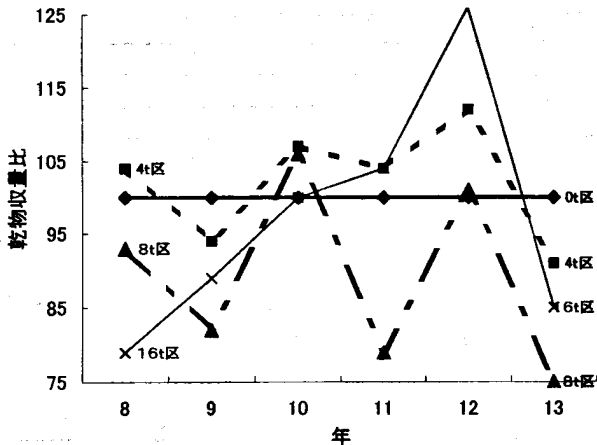


図8 堆肥施用量等処理区別1番列の乾物収量比の推移

同程度かそれ以上であった。

これらのことから、堆肥8tのみの施用では明らかに収量が低いことから、堆肥のみの施用の場合は8t以上は必要であると考えられる。しかし、16t施用しても2年目までは低収であることから、当初の2年間は堆肥と化学肥料の併用が良いと考えられる。その後は、年数の経過とともに堆肥の施用量を増やし、それに伴って化学肥料の施用量を減らしていきやり方が、堆肥の有効利用と収量確保の両面から良いと考えられる。

(2) 2番列の乾物収量

2番列の各年の化学肥料のみ施用区の乾物収量を100とした場合の各処理区の収量比を表8と図9に示した。

表8 年別の処理区別2番列の乾物収量比

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
8	100	124	125	115
9	100	90	69	73
10	100	86	120	98
11	100a	160b	135	180b
12	100	89	70	97
13	100	84	83	107
平均	100	106	100	112

注) 化学肥料のみ施用区の収量を100とした場合の比。年別で、異符号間に有意差 (P<0.05) あり

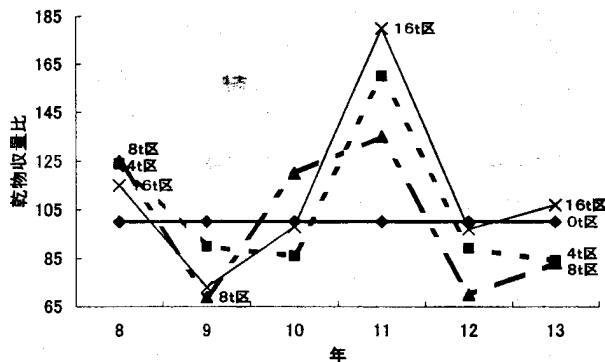


図9 たい肥施用量等処理区別2番列の乾物収量比の推移

化学肥料のみ施用区に対しての堆肥施用の各区の乾物収量比は年によりかなり変動した。すなわち、堆肥施用区が比較的高収量を上げる年と、逆に低収量となる年があるように見うけられた。このことについては、その年の気象状況等での、施用した堆肥の土壤中での分解の仕方等が関係したのではないかと考えられるが、定かではない。

全体的に見て、4t区は収量比が100を切る年が6年中4年と多かった。8t区も半分の年で100を下回った。16t区については、2年目で低収であったが、3年目以降は100に近いかそれを上回った。そして、1年目は堆肥施用区の中で最も低収であったが、2年目から3年目は4t区と8t区の間での収量に、さらに4年目以降は堆肥施用区の中で最も高収を示した。

これらのことから、化学肥料のみ施用区に比べて、4t区及び8t区では肥料分が不足であったと考えられ、16t区ではほぼ不足がない状態であったと考えられる。

(3) 1番列と2番列の合計乾物収量

各年の化学肥料のみ施用区の、1番列と2番列の乾物収量の合計を100とした場合の、各処理区の収量比を表9及び図10に示した。

化学肥料のみ施用区と比較した場合、16t区は1年

表9 年別の処理区別合計乾物収量比

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
8	100	111	103	90
9	100a	93	77b	83b
10	100	97	112	99
11	100a	122	97a	128b
12	100a	102	87a	113b
13	100	89	78	92
平均	100	102	92	101

注) 化学肥料のみ施用区の収量を100とした場合の比。年別で、異符号間に有意差 (P<0.05) あり

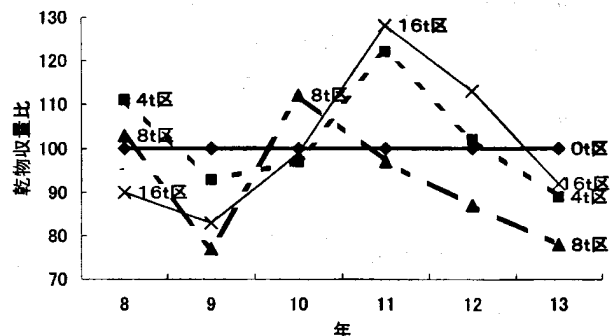


図10 たい肥施用量等処理区別合計乾物収量比の推移

目、2年目は低収であったが、3年目以降は同程度に近い、それより高い収量を示した。8t区は4年目以降で低収を示した。4t区は比較的近い収量性を示した。

以上のように、1番列、2番列及び合計の収量から見

て、堆肥のみ8 t施用では明らかに肥料不足であると  
考えられた。堆肥4 tと化学肥料を標準の半分では、  
1番の生育にはほとんど過不足はないと考えられるが、  
2番の生育には不足の傾向であった。16 t区については  
当初の2年間は1番刈では化学肥料のみの区を下回っ  
たが、3年目以降は6年目の1番刈を除いて、1番刈、  
2番刈ともほぼ同程度の収量かそれを上回った。

これらのことから、重粘土転換畑における堆肥の使  
い方としては、1番刈での記述のような使い方が良い  
と考えられる。

3. 窒素の収支

(1) 窒素の吸収量

年別、処理区別の窒素の吸収量について、1番刈  
の結果を表10に、2番刈の結果を表11に示した。

表10 1番刈の窒素吸収量 (kg/10a)

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
8	23.4	24.4	22.5	19.3
9	28.1	23.5	21.2	24.8
10	13.8	15.2	15.8	15.3
11	17.0	16.7	13.5	17.9
12	18.0	21.2	20.3	25.6
平均	20.1	20.2	18.7	20.6

表11 2番刈の窒素吸収量 (kg/10a)

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
8	8.5	10.8	10.3	9.5
9	15.3	14.1	11.8	11.3
10	11.0	9.4	12.8	10.6
11	7.7	11.3	9.2	12.9
12	15.7	15.4	10.9	18.3
平均	11.6	12.2	11.0	12.5

吸収量は年別、処理区別に異なったが、全体とし  
て、1番刈においては、10 a当たり13.5~28.1kgの範囲  
であり、全体の平均で19.9kgであった。

2番刈では、同じく7.7~18.3kgの範囲であり、全体  
の平均で11.8kgであった。

処理区別では、5年間の平均で見ると、1番刈、  
2番刈とも8 t区が最も低い値を示し、16 t区が最も  
高い値を示した。また、年次の推移のなかで見ると、  
16 t区は1番刈、2番刈とも1年目、2年目は0 t区  
より吸収量が少ないが、3年目以降は同程度かそれ以  
上となった。

(2) 窒素の吸収率

年別、処理区別の窒素の吸収率について、1番刈  
の結果を表12に、1番刈と2番刈の合計での結果を表  
13に示した。

1番刈での窒素の吸収率は、化学肥料のみ施用の0 t  
区では、5カ年間の平均で201%を示し、施用した窒素

表12 1番刈の窒素の吸収率 (単位%)

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
8	234	78	43	18
9	281	101	58	34
10	138	57	37	18
11	170	74	38	25
12	180	77	45	28
平均	201	77	44	25

表13 1番刈と2番刈の合計での窒素の吸収率 (単位%)

年(平成)	区 分			
	0	4	8	16
8	159	97	62	27
9	217	132	90	49
10	124	78	66	30
11	124	101	64	44
12	169	113	69	49
平均	159	104	70	40

の倍量を吸収した。同様に4 t区では77%、8 t区では  
44%、16 t区では25%であった。

1番刈と2番刈の合計での窒素の吸収率は、0 t区で  
は、5カ年間の平均で159%を示し、施用した窒素量以  
上を吸収していた。同様に4 t区では104%、8 t区では  
70%、16 t区では40%であった。

これらのことから、窒素の収支から見ると、化学肥料  
のみ標準施用では窒素が不足し、堆肥4 tと化学肥料  
を標準の半量施用で収支がほぼ均衡すると考えられた。

窒素の収支から見た、当地の重粘土転換畑における  
トウモロコシとソルガムの混播栽培における施肥と  
しては、前述の乾物収量から見た施用方法で記したや  
り方が適当であろうと考えられる。

以上、碎土率、乾物収量および窒素の収支から検討  
し、重粘土転換畑における堆肥の施用法としては、当  
初の何年間かは碎土率を確保する点から控えめ目にす  
るとともに、収量を確保する上から化学肥料を併用す  
ることが適当であると考えられる。その後は、年数の  
経過とともに堆肥の施用量を増やし、それに応じて化  
学肥料を減らしていくやり方が、碎土率の向上、収量  
の安定確保および堆肥の有効利用の点から適切である  
と考えられる。

文 献

- 1) 米本貞夫・反町 裕・堀田正樹 (1983) 千葉県嶺岡乳牛  
試験場研究報告 第1号: 27-39
- 2) 星野正生 (1978) 農業技術33巻7号: 299-303
- 3) 中野啓三 (1978) 農業技術33巻8号: 337-341
- 4) 飼料作物栽培利用技術必携 千葉県 (1998)
- 5) 反町 裕・米本貞夫・堀田正樹 (1983) 千葉県嶺岡乳牛  
試験場研究報告 第1号: 45-48