

## 家畜ふん堆肥を連続施用した飼料畑における 土壌溶液中の硝酸態窒素の推移

大津善雄，藤山正史，永田浩久<sup>1)</sup>，川口貴之<sup>2)</sup>，廣川順太<sup>3)</sup>

キーワード：家畜ふん堆肥，飼料畑，土壌溶液，硝酸態窒素

Transition of nitrate nitrogen of soil solution in domestic animal  
feces compost successive application under Forage crop field

Yoshio OHTSU, Masafumi FUJIYAMA, Hirohisa NAGATA, Takayuki KAWAGUCHI, Jyunta HIROKAWA

### 目次

1. 緒言	5 6
2. 材料および方法	5 6
1) 試験場所および土壌	5 6
2) 栽培の概要	5 7
3) 試験区の構成	5 7
4) 供試堆肥	5 7
5) 土壌溶液採取と土壌圧力ポテンシャルの測定	5 8
6) 堆肥および土壌の分析	5 8
3. 結果および考察	5 8
1) 飼料畑の土壌溶液中硝酸態窒素濃度の推移	5 8
2) 飼料作物の収量	6 1
3) 窒素吸収量および窒素収支	6 2
4) 土壌の変化	6 2
5) まとめ	6 2
4. 摘要	6 4
5. 引用文献	6 4
Summary	6 5

1) 現果樹研究部門ビワ・落葉果樹研究室，2) 現畜産研究部門大家畜研究室，3) 現県央振興局農林部技術普及第一課

## 1. 緒言

硝酸態窒素による地下水汚染は、とくに地下水を飲料として頼っている欧米諸国では、幼児にみられるブルーベビー症をはじめ深刻な健康問題を引き起こしており強い規制がとられている。わが国においても、1999年に環境基本法における人の健康の保護に関する環境基準に地下水の硝酸態窒素（10mg/L以下）が追加されている。

国内においては、1980年代より硝酸態窒素による地下水汚染の進行が顕著に認められるようになり、その環境基準超過率は、他の項目に比較して著しく高く、環境基準の超過にまで至らなくても水質測定を行った大半の井戸で硝酸態窒素が検出される状況が全国的に見られ問題となっている<sup>1)</sup>。本県内においても同様の状況で、水道の水源として利用されている地下水や飲用井戸水の硝酸態窒素・亜硝酸態窒素の濃度が高くなり、一部では環境基準を超過する状況、さらに、それが継続していることが調査報告されている<sup>2)</sup>。

硝酸態窒素による地下水の汚染は、その原因として生活排水や工業廃水とともに農業の営農活動に起因することが指摘されている<sup>3)</sup>。ほ場に施用

された肥料や堆肥が環境負荷に与える影響については、地下水の硝酸態窒素の起源は化学肥料だけでなく有機物にも由来していることや堆肥の施用量の増加や連用に伴い、その濃度が高まることが報告されている<sup>4~9)</sup>。

畜産においては、経営が大規模化し、自己耕作地への家畜ふん尿施用量が増加する傾向が見られ、家畜ふん尿による地下水への硝酸態窒素汚染が危惧されている。そこで、飼料畑における家畜ふん堆肥の施用による土壌溶液中の硝酸態窒素の推移を調査したので、その結果を報告する。

**謝辞：**本研究は2006年から2009年までの3年間、島原半島環境保全型農業推進対策事業中の1研究課題として進めたものである。

試験栽培の推進にあたっては、当センター畜産研究部門（旧畜産試験場）の職員および臨時職員の皆様に多大な協力・ご尽力をいただいた。

本稿を草するにあたり、以上の各位および関係機関に対し深甚なる感謝の意を表します。

## 2. 材料および方法

### 1) 試験場所および土壌

試験ほ場は、長崎県農林技術開発センター畜産研究部門内（島原市有明町）の飼料畑ほ場に設置した。標高は約120m、緩斜面上に位置するが、地表面は平坦である。土壌は淡色黒ボク土丸山統であり、深さ0~16cmが作土層、16~30cmが耕盤層、30cm以下は下層土である。土性はシルト質壇壤土で、耕盤層に、塊状構造がみられ、下層土には孔隙が多く観察される。土壌断面内には亀裂は見ら

れない。飼料作物が長期間作付けされており、大型機械による土壌の踏圧等により調査を行った全層にわたって仮比重は大きく、孔隙率および飽和透水係数は低い（表1）。土壌の圧力ポテンシャルは、年間を通じて概ね60cm深では-10~-20kPa、100cm深では-15~-20kPaで推移しているが、降雨がなかった7月には60cm深で-91kPa、100cm深で-74kPaに達し、比較的乾きやすい土壌である（図1、2008~2009年データのみ）。

表1 試験ほ場の土壌物理性

深さ cm	仮比重 kgm <sup>-3</sup>	気相率 %	固相率 %	液相率 %	全孔隙率 %	水分量 ml					透水係数 cms <sup>-1</sup>
						3kPa	6.2kPa	9.8kPa	49kPa	98kPa	
10-15	1.04	29.2	52.2	18.6	47.8	30.5	25.9	24.3	21.8	20.0	3.1E-05
25-30	1.15	14.9	54.9	30.2	45.1	37.2	34.4	33.4	30.8	29.1	6.6E-06
45-50	1.12	17.6	53.0	29.5	47.1	37.3	33.6	32.3	30.2	28.6	6.8E-06
70-75	1.15	12.3	55.3	32.4	44.7	38.0	35.4	34.2	31.6	30.2	1.6E-06

\*2008年5月23日調査

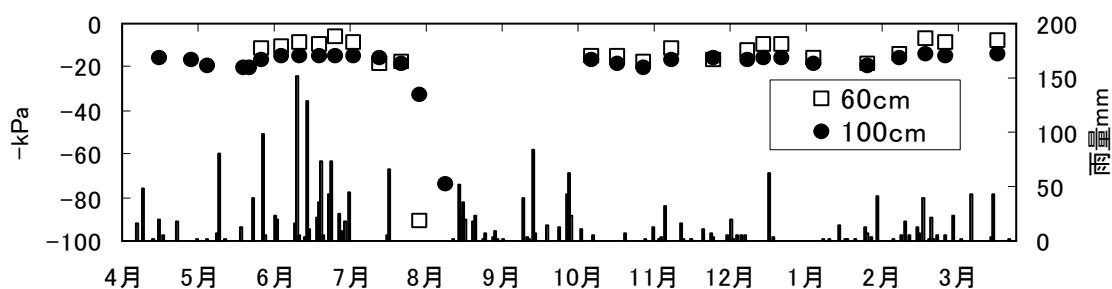


図1 土壌の圧力ポテンシャルと日降水量の推移(2008～2009年)

表2 栽培の概要

作物	作業項目	1年目	2年目	3年目
飼料用トウモロコシ	堆肥施用		2007年5月8日	2008年6月5日
	は種		5月16日	6月5日
	施肥(基肥)		5月16日	6月5日
	施肥(追肥)		6月15日	6月27日
	収穫		8月21日	9月8日
	イタリアンライグラス	堆肥施用	2006年9月20日	2007年9月20日
は種		10月5日	10月5日	10月9日
施肥(基肥)		10月5日	10月5日	10月9日
収穫(年内草)		12月18日	12月20日	12月19日
施肥(追肥)		12月18日	12月20日	12月19日
収穫(1番草)		2007年4月4日	2008年4月8日	2009年4月8日
施肥(追肥)		4月4日	4月8日	4月8日
収穫(春2番草)		5月2日	5月20日	5月20日

## 2) 栽培の概要

栽培の概要を表2に示す。イタリアンライグラスと飼料用トウモロコシとの連作体系で、2006年9月から2009年5月まで実施した。品種は、イタリアンライグラスがタチワセを用い、条間50cm、飼料用トウモロコシはパイオニア125を用い、条間75cm、株間20cmで播種した。飼料用トウモロコシは、播種約1ヶ月後に間引きし1本立てとした。

## 3) 試験区の構成

試験区の構成と窒素施用量は表3に示す通りである。家畜ふん堆肥10a当たり2tと化学肥料を施用する標準区と家畜ふん堆肥のみを各々5, 10, 20t施用する試験区を設けた。化学肥料の窒素は硫酸

アンモニウム、リンは過リン酸石灰、カリは硫酸カリを全層施肥した。試験規模は各区10m<sup>2</sup>で2反復とした。

## 4) 供試堆肥

堆肥は、2006年には畜産研究部門内で乳牛、肉用牛ふん8割に豚ふん、鶏ふんを各々1割程度混ぜ、2～4週間ごとに切り返ししながら半年間堆積したものを使用した。2007年からは乳牛、肉用牛ふん8割に豚ふん、鶏ふんを各々を1割程度混ぜ、1週間堆積後、1日1回の頻度で約1ヶ月間ロータリーで切り返し、その後、約半年間堆積したものを供試した。堆肥の成分分析値は、表4の通りである。

表3 試験区の構成および窒素施用量<sup>a)</sup>

試験区	(kg/10a)				
	2006年		2007年		2008年
	IR	飼ト	IR	飼ト	IR
標準区	34(20)	29(15)	39(20)	37(15)	50(20)
家畜ふん堆肥5t区	34	36	49	54	75
家畜ふん堆肥10t区	68	72	97	108	149
家畜ふん堆肥20t区	136	144	194	216	299

a) 堆肥分析値と投入量より算出

\*標準区の括弧内値は総投入量のうち化学肥料施用量、IR:イタリアンライグラス、飼ト:飼料用トウモロコシ

表4 供試堆肥の成分値

供試堆肥	pH	EC	水分	T-C	T-N	C/N	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
	H <sub>2</sub> O	ms/cm	%	%	%		mg/100g	mg/100g	%	%	%	%
2006年9月供試	7.4	2.76	66.9	37.9	2.05	18.5	122.6	491.5	2.3	2.9	1.5	3.2
2007年5月供試	8.6	2.71	57.5	39.1	1.70	23.0	153.7	69.3	1.9	3.9	1.2	2.6
2007年9月供試	8.4	3.25	45.0	39.7	1.77	22.5	13.7	177.7	2.5	3.4	2.1	3.2
2008年6月供試	7.4	3.74	34.5	39.3	1.65	23.8	48.7	46.7	2.3	3.8	2.0	3.2
2008年10月供試	8.0	4.08	27.8	46.9	2.07	22.7	89.9	154.8	2.6	2.2	1.9	1.6

pHは現物を用い、現物:水=1:2で測定,ECは現物を用い、現物:水=1:10で測定.その他の値は乾物%

### 5) 土壌溶液採取と土壌圧力ポテンシャルの測定

各試験区の条間の20, 40, 60および100cmの深さに(20cmは2008年3月まで, 100cmは2008年4月より)大起理化工業社製のミズトールを設置し(写真1), 10~15日おきに土壌溶液を吸引採取した. 土壌の圧力ポテンシャルは2008年4月より, テンションメーター(大起理化工業社製: DIK-3162)を用いて深さ60及び100cmの位置を測定した.

### 6) 堆肥および土壌の分析

堆肥の成分分析は「堆肥等有機物分析法」<sup>10)</sup>, 土壌の理化学性, 作物体の内容成分の分析は「土壌機能モニタリング調査のための土壌, 水質及び植物体分析法」によった<sup>11)</sup>. 土壌溶液は, イオン

クロマトグラフ (Ion Chromatograph DX-120 : DIONEX) あるいはRQflexにより定量した.



写真1 土壌溶液の採取 (ミズトール)

## 3. 結果および考察

### 1) 飼料畑の土壌溶液中硝酸態窒素濃度の推移

土壌溶液中の硝酸態窒素濃度の推移を試験区ごとおよび採水深度毎に栽培期間中の積算降水量と併せてそれぞれ図2, 3に示した.

土壌溶液中の硝酸態窒素濃度の推移は, 3ヶ年の試験期間中の夏作と冬作で比較すると, 冬作のイタリアンライグラスで高く, 夏作の飼料用トウモロコシで低く推移する傾向が認められた. 図中の栽培期間積算降水量の推移から明らかのように, 冬作期間中は降水量が少なく, 夏作期間中では多いため, 硝酸態窒素濃度が冬期は高い状態, 夏期では希釈され低い濃度で下層に溶脱していくためと考えられる.

各作において, 土壌溶液中の硝酸態窒素濃度は, 肥料や堆肥施用後から降雨にともなって上昇し, 堆肥施用量(窒素施用量)が多いほど高く推移し

た. また, 堆肥施用量(窒素施用量)が多いほど, そのピークの発生は遅くなった. ただし, 堆肥施用量に伴うピークの傾向は, 初作のイタリアンライグラスでは明瞭であったが, 以降の飼料作ではその傾向は小さくなった. ピーク到達後は飼料作物の成長にともなう吸収と降雨による溶脱に伴い低下した. 表5は, 試験区と採水位置ごとの硝酸態窒素濃度が地下水の硝酸態窒素の環境基準である10mg/Lを超過していた期間とその際の最高濃度をまとめたものである. 40cm深では2007年飼料用トウモロコシの標準, 堆肥5tおよび10t区を除くすべての区で10mg/L超過が認められ, その期間および最高濃度は, 冬作のイタリアンライグラスにおいて夏作の飼料用トウモロコシより大きく, また, 堆肥施用量が多い区ほど大きかった.

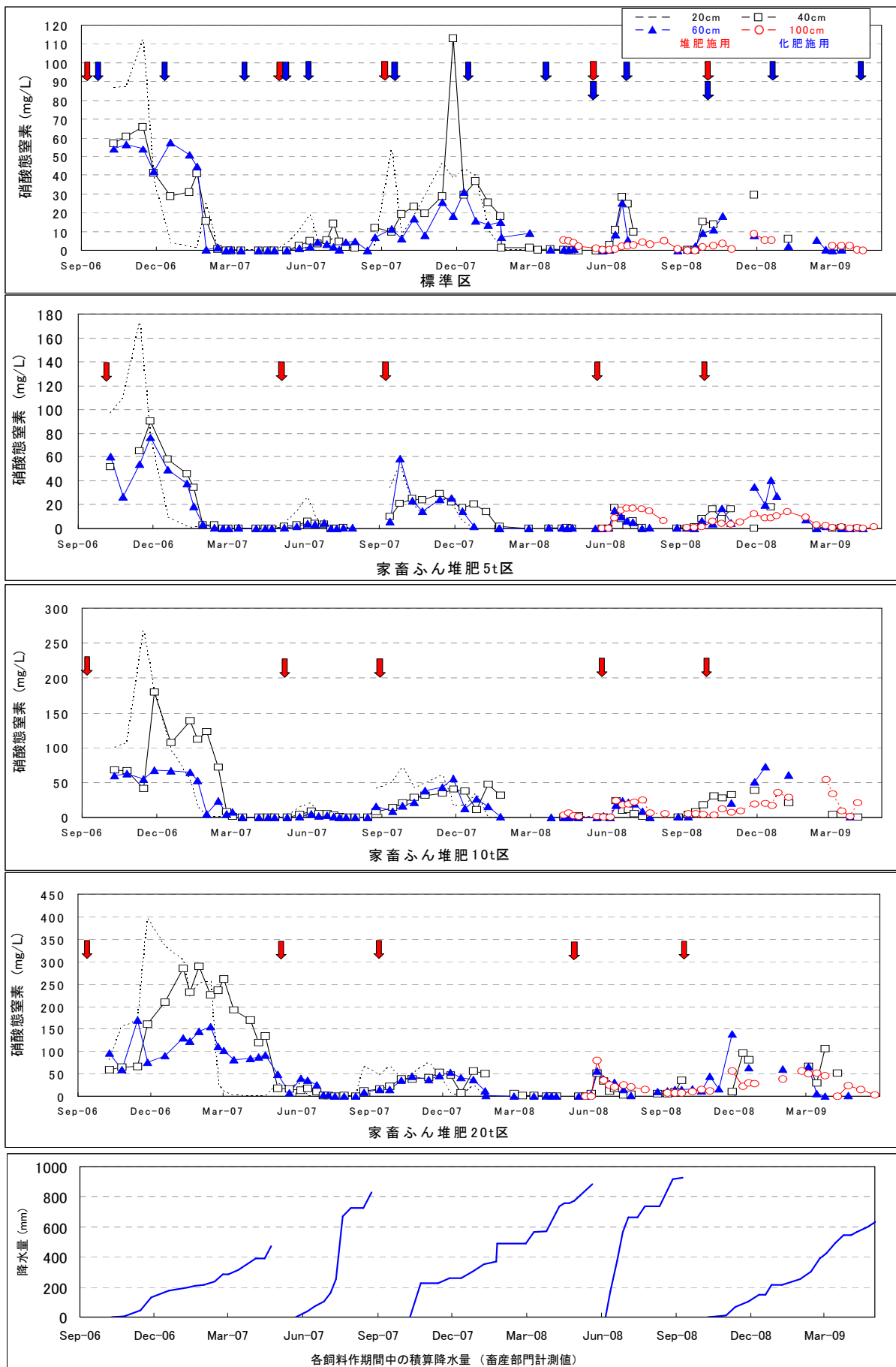


図2 試験区別の土壤溶液中の硝酸態窒素および飼料作物栽培期間中の積算降水量の推移

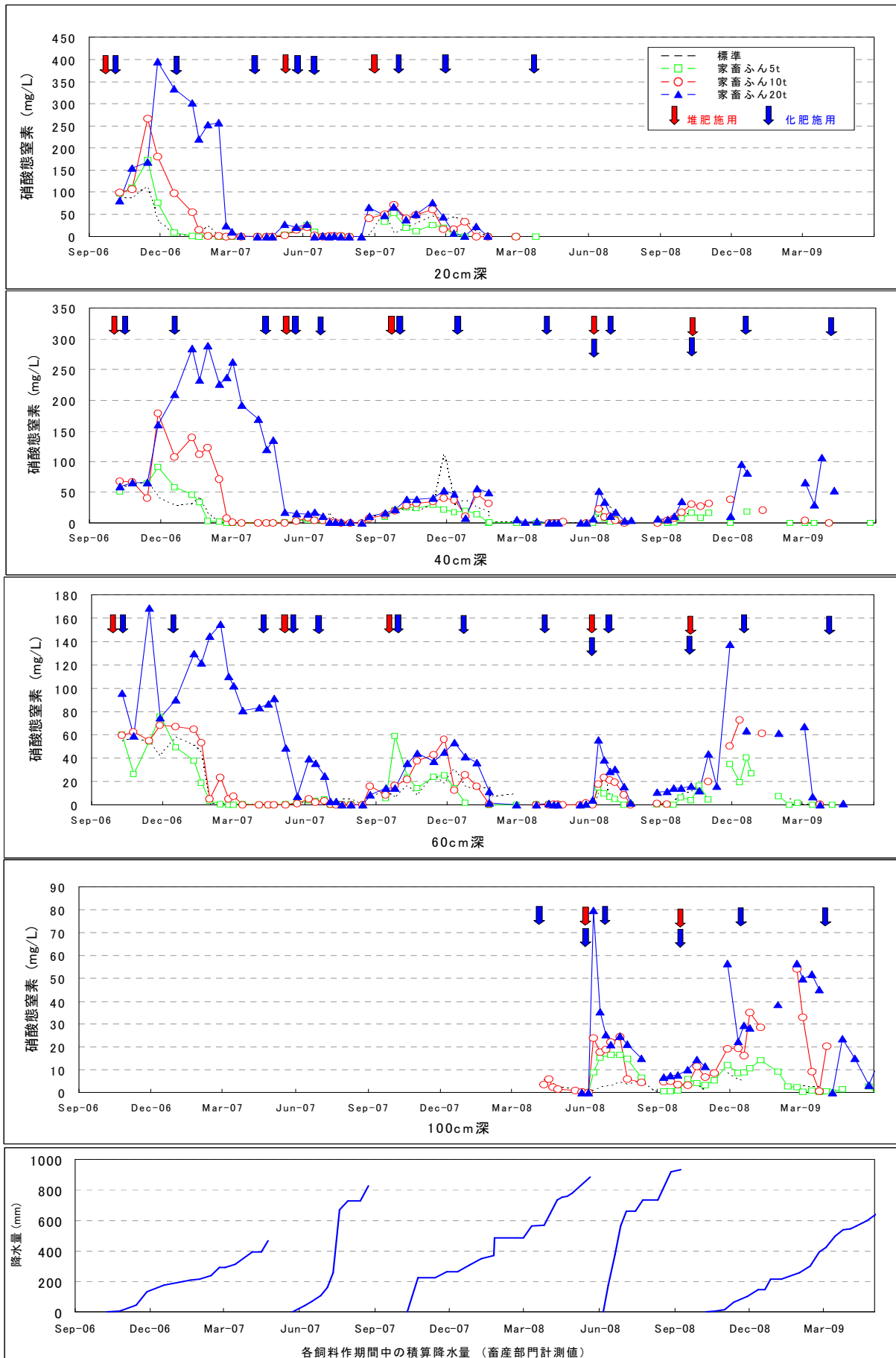


図3 深さ別の土壤溶液中の硝酸態窒素および飼料作物栽培期間中の積算降水量の推移

表5 各採水位置における硝酸態窒素濃度の10mg/L超過日数および最高濃度

採水位置	試験区	2006年		2007年		2008年	
		IR	飼ト	IR	飼ト	IR	
40cm	標準区	110 ( 66)	なし	120(113)	15(29)	40( 30)	
	家畜ふん堆肥5t区	99 ( 90)	なし	104( 29)	7(17)	70( 18)	
	家畜ふん堆肥10t区	123(178)	なし	120( 47)	15(24)	89( 38)	
	家畜ふん堆肥20t区	193(285)	48(17)	120( 56)	22(52)	120( 95)	
60cm	標準区	99 ( 58)	なし	104( 25)	7(25)	11( 18)	
	家畜ふん堆肥5t区	99 ( 76)	なし	76( 59)	7(15)	41( 41)	
	家畜ふん堆肥10t区	106( 68)	なし	104( 56)	22(24)	68( 72)	
	家畜ふん堆肥20t区	199(169)	7(39)	120( 53)	32(56)	144(138)	
100cm	標準区	—	—	—	なし	なし	
	家畜ふん堆肥5t区	—	—	—	34(17)	19( 14)	
	家畜ふん堆肥10t区	—	—	—	33(24)	93( 54)	
	家畜ふん堆肥20t区	—	—	—	42(78)	115( 57)	

\*IR: イタリアグラス, 飼ト: 飼料用トウモロコシ

なし: 10mg/L超過なし, —: ミズツール未設置のため調査データなし  
括弧内値は最高濃度 (mg/L)

60cm 深では 40cm 深と同等の傾向を示しているが、その期間は短く、最高濃度は小さくなる傾向が認められた。100cm 深では標準区の硝酸態窒素濃度が 10mg/L を超過することはなかったが、堆肥施用区では超過し、その値は堆肥施用量が多い区ほど大きかった。ただし、冬作のイタリアンライグラスでは、その期間および最高濃度は 60cm 深に比べ小さくなる傾向が認められたが、夏作の飼料用トウモロコシでは、その傾向は認められず超過期間および最高濃度ともほぼ同程度であった。これは、飼料用トウモロコシがイタリアンライグラスに比べ栽培期間が短いことで根群が未発達であるため、あるいは、夏作では短時間の多量な雨により硝酸態窒素が迅速に下層に溶脱されることで根による吸収が追いつかないためと考えられる。

淡色黒ボク土壌において堆肥を連用した結果、土壌溶液中の硝酸態窒素濃度が高まることが報告されている<sup>4)</sup>。本試験においては、そのような堆肥連用に伴う傾向はみられなかった。施用された堆肥中の窒素の無機化が、2~3 年の短期間では溶脱されるほどには進まなかった、あるいは、各作付毎に投入される窒素量に比べてわずかであることから顕著に表れなかったためと考えられる。

## 2) 飼料作物の収量

各作物の生草および乾物収量を表 6 に示した。長崎県農林業基準技術における目標収量は、飼料用トウモロコシで生草 6~8t/10a, イタリアンライグラスで乾物 1.2~1.5t/10a である<sup>14)</sup>。本試験期間中の飼料用トウモロコシの生草収量は、すべての年次の試験区で目標収量を下回っていた。一方、イタリアンライグラスは、2007、2008 年の堆

表6 各作物の生草および乾物収量 (kg/10a)

試験年	試験区	イタリアンライグラス		飼料用トウモロコシ	
		生草収量	乾物収量	生草収量	乾物収量
2006年	標準区	13351	1784(100)	4772(100)	1623
	家畜ふん堆肥5t区	12048	1734( 97)	4249( 89)	1601
	家畜ふん堆肥10t区	12863	1752( 98)	4496( 94)	1594
	家畜ふん堆肥20t区	13348	1783(100)	5104(107)	1841
2007年	標準区	8977	1624(100)	4892(100)	1911
	家畜ふん堆肥5t区	6025	1113( 68)	3645( 75)	1287
	家畜ふん堆肥10t区	9843	1705(105)	4995(102)	1726
	家畜ふん堆肥20t区	10268	1765(109)	5509(113)	1963
2008年	標準区	9765	1709(100)	—	—
	家畜ふん堆肥5t区	6703	1192( 70)	—	—
	家畜ふん堆肥10t区	8534	1430( 84)	—	—
	家畜ふん堆肥20t区	10174	1664( 97)	—	—

\*( ) 値は標準区を100としたときの指数, —は未調査

肥 5t 区を除き目標収量を上回っていた。両作物とも堆肥の施肥量が增加すると収量が増加した。堆肥 20t 区で標準区とほぼ同等で、飼料用トウモロコシでは 10t 区が標準区とほぼ同等、20t 区では 7～13%上回った。これらのことから堆肥増施による増収効果は、あまり期待できないものと考えられる。

### 3) 窒素吸収量および窒素収支

各作物の窒素吸収量および窒素収支（窒素投入量－飼料作物による吸収量）を表 7 に示した。標準区においては窒素利用率が大きく、窒素収支は小さくなった。堆肥施用区では施肥量が増加すると窒素吸収量は増加したが、施肥量に対して収量に大きな差がない、すなわち、飼料作物の吸収による持ち出し量の大幅な増加が見られないことから、窒素収支は、堆肥施肥量が多くなると大きくなり、みかけの窒素利用率（吸収量/投入量）は小さくなった。堆肥 20t 施用区では 12～13%程度で

あった。窒素施肥量では、堆肥 5t 施用区は標準区とほぼ同量か、それ以上であるが、堆肥から無機化し、飼料作物に吸収される無機態窒素が少ないことが影響し、標準区より利用率が低下した。堆肥 10t 施用以上では、飼料作物の生育に必要な量以上の過剰な窒素施用により利用率が大きく低下したと考えられる。また、作付を重ねる毎に窒素収支は大きくなっていった。これは、表 3 および表 4 から明らかのように、試験に使用している堆肥の製造方法の変更に伴い堆肥の水分含量が低下し、結果として窒素投入量が多くなったためと考える。土壌からの窒素供給量を考慮すると窒素収支はさらに大きくなるもの想定され、吸収されなかった窒素がすべて溶脱していくものと考ええると、地下水への大きな負荷が懸念される。また、窒素収支と土壌溶液中硝酸態窒素濃度の間には密接な関係があることが明らかにされているが<sup>7)</sup>、本試験においても同様な傾向が認められた。

表 7 各作物の窒素吸収量、窒素収支および窒素利用率

試験年	試験区	イタリアンライグラス			飼料用トウモロコシ		
		窒素吸収量	窒素収支	窒素利用率	窒素吸収量	窒素収支	窒素利用率
2006年	標準区	43.2	-9.6	127.0	21.2	13.2	73.2
	家畜ふん堆肥5t区	44.5	-10.5	130.9	17.1	19.0	47.5
	家畜ふん堆肥10t区	50.2	17.8	73.8	18.7	53.5	26.0
	家畜ふん堆肥20t区	39.1	96.9	28.7	21.4	123.1	14.9
2007年	標準区	25.9	13.5	66.4	26.4	10.2	71.3
	家畜ふん堆肥5t区	15.9	32.7	32.4	17.2	36.8	31.9
	家畜ふん堆肥10t区	25.3	72.0	26.0	23.0	85.0	21.3
	家畜ふん堆肥20t区	28.2	166.3	14.5	27.1	188.9	12.6
2008年	標準区	41.1	8.7	82.3	—	—	—
	家畜ふん堆肥5t区	24.1	50.6	32.1	—	—	—
	家畜ふん堆肥10t区	33.9	115.4	22.8	—	—	—
	家畜ふん堆肥20t区	39.5	259.2	13.2	—	—	—

\*窒素吸収量および窒素収支はkg/10a当の値

窒素収支は窒素投入量－作物による吸収量、窒素利用率はみかけ（吸収量/投入量）の利用率を表す

### 4) 土壌の変化

各試験区の試験栽培前と 5 作終了後跡地土壌の化学性を表 8 に示す。堆肥施肥量に応じて 0-20cm における全炭素および全窒素は増加し、蓄積傾向がみられた。また、堆肥 20t 区では次層の 20-40cm においても増加傾向が認められ、下層まで移動していた。アンモニア態窒素および硝酸態窒素について顕著な傾向は認められなかった。

### 5) まとめ

飼料作物の根群域を 1m、これ以下では硝酸態窒素は吸収されることなくさらに下層へ溶脱するものと仮定し、その際、遵守すべき目標基準値を環境基本法における人の健康の保護に関する硝酸態

窒素の環境基準である 10mg/L 以下とした場合、10a 当たり 5t 以上の家畜ふん堆肥施用は、100cm 深において土壌溶液中の硝酸態窒素濃度が 10mg/L を超える時期があったこと、また、窒素利用率が小さいことから、環境への負荷が大きく、地下水の硝酸態窒素環境基準を遵守するうえで過剰な施肥量であると考えられる。逆に、標準区の施肥体系のように窒素利用率が高く、窒素収支を小さく維持した適正な肥培管理を行えば、飼料畑からの硝酸態窒素の溶脱による地下水への影響を最小限にとどめることができるものと考えられる。

本報告では、土壌中を通過する土壌溶液中の硝



酸態窒素濃度を一つの指標として、負荷をかけない堆肥施用量について判断した。しかし、夏作の飼料用トウモロコシ期間と冬作のイタリアンライグラス期間では、硝酸態窒素の濃度そのものに大きな水準の差が認められているように、土壤中に保持されている水分量や通過していく水分量の多小による影響も考えられる。硝酸態窒素の濃度が低くても溶脱する総量は多いことが想定され、最終的に溶脱し負荷を掛ける総量については、硝

酸態窒素濃度の推移のみでは判断できないものと考えられる。土壤中に保持されている水の量やその移動は、降雨量やその強度および日照時間等の気象要因によって変化している。今後は、ある深さにおける濃度観測だけでなく、土壤中における水の収支ならびにマトリックス流やバイパス流といった土壌水の動態等についても明らかにし、窒素収支等と併せたモニタリングに取り組み、その負荷量について明らかにしていく必要がある。

表8 飼料作物試験栽培前と5作終了後跡地土壌の化学性

試験区	深さ cm	pH H <sub>2</sub> O	EC mS/cm	T-C %	T-N %	NH <sub>4</sub> -N		NO <sub>3</sub> -N	CEC me/乾土100g	交換性塩基 (mg/乾土100g)		
						mg/乾土100g				K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
試験前	0-20	7.0	0.04	3.69	0.36	0.55	0.35	23.5	71	92	545	
	20-40	6.8	0.06	3.53	0.35	0.36	1.51	21.4	60	85	525	
	40-60	6.6	0.09	3.07	0.31	0.44	4.31	17.5	66	71	422	
	60-80	6.6	0.08	3.05	0.31	0.73	2.94	18.0	67	65	401	
	80-100	6.6	0.08	1.15	0.23	0.35	0.00	12.0	11	35	179	
標準区	0-20	6.7	0.12	4.09	0.48	0.18	0.27	26.3	79	82	483	
	20-40	6.9	0.12	3.49	0.42	0.18	0.00	24.7	37	90	475	
	40-60	6.9	0.11	3.05	0.40	0.19	0.09	20.1	41	75	377	
	60-80	7.0	0.10	2.13	0.31	0.19	0.00	15.7	37	53	276	
	80-100	6.9	0.10	0.97	0.22	0.20	0.00	12.6	14	31	138	
堆肥5t区	0-20	7.6	0.07	5.55	0.61	0.21	0.00	29.5	185	109	561	
	20-40	7.3	0.06	3.39	0.45	0.09	0.00	24.8	81	82	494	
	40-60	7.3	0.07	2.81	0.37	0.10	0.00	19.7	42	66	395	
	60-80	7.1	0.08	2.03	0.31	0.21	0.00	16.6	19	50	310	
	80-100	7.1	0.08	0.93	0.22	0.55	0.00	11.2	4	32	161	
堆肥10t区	0-20	7.6	0.10	6.35	0.68	0.11	0.22	32.0	219	124	582	
	20-40	7.4	0.08	3.37	0.44	0.00	0.07	23.6	118	80	480	
	40-60	7.2	0.08	2.98	0.39	0.00	0.00	20.6	67	73	415	
	60-80	7.1	0.09	2.43	0.34	0.22	0.00	18.0	32	54	337	
	80-100	7.1	0.08	1.10	0.23	0.55	0.00	12.1	9	35	182	
堆肥20t区	0-20	7.4	0.17	8.69	0.87	0.22	0.51	37.4	380	173	646	
	20-40	7.5	0.13	3.69	0.46	0.09	0.05	26.5	209	83	486	
	40-60	7.2	0.12	3.09	0.40	0.14	0.05	20.2	86	73	407	
	60-80	7.1	0.11	3.06	0.40	0.19	0.00	19.9	50	69	404	
	80-100	7.1	0.11	1.59	0.26	0.09	0.00	12.5	18	43	236	

\*値は乾土当 (pH, ECを除く), 試験前は2006年9月20日, 栽培後は2009年5月25日調査

## 4. 摘 要

- 1) 土壤溶液中の硝酸態窒素濃度は、冬作のイタリアンライグラスで高く、夏作の飼料用トウモロコシで低く推移した。
- 2) 土壤溶液中の硝酸態窒素濃度は、堆肥施用量(窒素施用量)が多いほど高く推移した。また、堆肥施用量(窒素施用量)が多いほど、そのピークの発生は遅かった。
- 3) 堆肥を連用しても土壤溶液中の硝酸態窒素濃度が高まる傾向はみられなかった。
- 4) 堆肥の施用量が増加すると収量が増加する傾向が見られたが、イタリアンライグラスの収量は、堆肥 20t 施用でも標準区とほぼ同等、飼料用トウモロコシの 20t 施用でも 7~13%上回る程度であった。収量面における堆肥増施による増収効果はあまり期待できないものと考えられる。
- 5) 標準区においては窒素利用率が大きく、窒素収

- 支は小さかった。堆肥の施用量が増加すると窒素吸収量は微増したが、収量に大きな差がない、すなわち、飼料作物の吸収による持ち出し量の増加が見られないことから、窒素収支は、堆肥施用量が多くなると大きくなり、みかけの窒素利用率(吸収量/投入量)は小さくなった。堆肥 20t 施用区では 12~13%程度であった。
- 6) 土壤中の 0-20cm における全炭素および全窒素は堆肥施用量に応じて増加し、蓄積傾向が見られた。
- 7) 10a 当たり 5t 以上の堆肥施用は、100cm 深でも 10mg/L を超える時期があったこと、また、窒素利用率が小さく、窒素収支が大きいことから、環境への負荷が大きく、地下水の硝酸態窒素環境基準を遵守するうえで過剰な施用量であると考えられた。

## 5. 引用文献

- 1) 平成 16 年度地下水質測定結果：環境省，水・大気環境局，(2005)
- 2) 地下水定期モニタリング調査結果：長崎県，環境部，(2002, 2003, 2004)
- 3) 熊澤喜久雄：地下水の硝酸態窒素の現況，土壤肥料学会誌，70，p207~213(1999)
- 4) 中津智史・東田修司・山上正弘：淡色黒ボク土壌における堆きゅう肥の連用が畑作物の収量・品質および土壌環境に及ぼす影響，土壤肥料学会誌，71，p97~100(2000)
- 5) 井上健一・門脇英美・小玉泰生・上村幸廣：飼料畑における豚ふん尿の施用限界量，鹿児島県農業試験場研究報告，31，p39~48(2003)
- 6) 松丸恒夫：黒ボク土と砂質土における肥料窒素溶脱のライシメーター法による解析，土壤肥料学会誌，68，p423-429(1997)
- 7) 三浦憲蔵ら：露地野菜作の無機態窒素収支を用いる土壤溶液中硝酸態窒素濃度の推定，独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構，平成 13 年度共通基盤研究研究成果情報
- 8) 北條亨・阿部正夫・杉本俊昭・斉藤忠史・神辺桂弘・脇坂浩：家畜ふん尿施用による飼料畑下層への窒素動態調査，栃木県畜産試験場研究報告，21，p1~4(2005)
- 9) 小川吉雄・小川圭・千葉恒夫・泉沢直・石川実：乾燥豚ふんの多量施用が農業環境に及ぼす影響，農業および園芸，63，p615~620(1988)
- 10) 堆肥等有機物分析法：財団法人 日本土壤協会，p18~42(2000)
- 11) 土壤機能モニタリング調査のための土壌，水質及び植物体分析法：財団法人 日本土壤協会(2001)
- 12) 丸尾奈都・古川康徳・平浩一郎・浅野亨：施設栽培で堆肥を大量施用した場合の土壌中窒素の推移，奈良農業技術センター研究報告，33，p35~37(2002)
- 13) 平浩一郎・古川康徳・藤田奈都：オガクズ牛ふん堆肥施用による地下水への環境負荷の推定，農業および園芸，81，p1274~1280(2006)
- 14) 長崎県農林業基準技術：長崎県農林部，p495(2009)

## Summary

- 1) Nitrate nitrogen density in soil solution changed with corn for feed of summer crops the Italian ryegrass of winter crops highly.
- 2) Nitrate nitrogen density in soil solution changed highly so that there were much compost (nitrogen) application. And, the outbreak of the peak was slow so that there were much compost application.
- 3) The tendency that nitrate nitrogen density in soil solution was sublimed into in the compost successive application was not looked at.
- 4) The tendency that yields increased when much compost application increased was seen. But even if the yield of the Italian ryegrass was for compost 20t application, it was approximately equal with a standard ward, and it was degree it was for 20t application of corn for feed, and to exceed 7-13%. It is thought that I cannot expect the increased income effect by compost increase application in the yield side very much.
- 5) The nitrogen use rate was big in the standard ward, and the nitrogen income and expenditure was small. When much compost increase, the quantity of nitrogen absorption increased slightly, but a yield does not have a big difference. In other words, because the increase of the quantity of carrying out by the feed crops absorption was not seen, the nitrogen income and expenditure grew big when much compost application increased, and the nitrogen use rate of the appearance (a quantity of absorption / input) shrank. The nitrogen use rate of the appearance was for compost 20t application was around 12-13%.
- 6) Total carbon and nitrogen in 0-20cm of soil increased depending on much compost application , and a tendency to accumulation was seen.
- 7) Compost application use more than 5t/10a had the time more than 10mg/ L of even depth of 100cm, in addition the nitrogen use rate is small, and the nitrogen income and expenditure is big, it is thought that it is excessive compost application when load to the environment observes the nitrate nitrogen environmental standard of the subsurface water.