

# 長崎県における農耕地土壌の 理化学性の実態と経年変化

## 第2報 水田土壌

井上 勝広・永尾 嘉孝<sup>1)</sup>・難波 信行<sup>2)</sup>・神田 茂生<sup>3)</sup>・永田 浩久

キーワード：長崎県，水田土壌，物理性，化学性，有機物，土壌改良資材

Changes of Several Physico-chemical Properties of  
Paddy Soils in Nagasaki Prefecture.

Katsuhiko INOUE, Yoshitaka NAGAO, Nobuyuki NANBA,  
Sigeo KANDA, Hirohisa NAGATA

### 目 次

1. はじめに	70
2. 調査方法	70
3. 結果および考察	71
1) 土壌の理化学性の経年変化	71
(1) 物理性	71
(2) 化学性	73
2) 有機物および土壌改良資材の影響	74
(1) 有機物	74
(2) リン酸質資材	75
(3) 石灰質資材	75
(4) ケイ酸質資材	75
4. 総合考察	76
5. 摘 要	77
6. 引用文献	77
Summary	79

## 1. はじめに

長崎県の水田面積は32,619haであり、農耕地73,603haのうち43%を占めている。平成9年度の農業粗生産額は1,394億円で、うち米が約14%の195億円であった。米は生産調整の拡大に伴う作付面積の抑制によって生産量が減少し、さらに自主流通米の価格が低下した。そのため、前年に比べ約12%減少したものの、依然として稲作は本県農業の中で重要な位置にある。近年の需給状況の下で、水稻、麦作の安定生産および品質の向上を図るとともに、土地利用型稲作、麦作の展開を推進する必要がある。そのためには、生産力の指標となる水田土壌の理化学性の実態を把握することが肝要である。

本県の水田土壌は、1959～1978年の30年間に亘って実施された地力保全基本調査<sup>9)</sup>により、10土壌群28土壌統群82土壌統に分類、区分された。本県に分布する水田の土壌群は、黄色土が26.4% (8,351ha) と最も広く分布しており、次いで灰色低地土が22.8% (7,220ha)、グライ土が16.6% (5,258ha)、褐色低地土が16.4% (5,182ha)、灰色台地土が10.9% (3,462ha) が多い。その他にはグライ台地土が4.7% (1,495ha)、暗赤色土が1.4% (434ha) が点在し、黒ボク土が0.5% (152ha)、泥炭土が0.2% (70ha)、黒泥土が0.02% (5ha) が局在している。なお、本県の主要な土壌群である黄色土、灰色低地土、グライ土、褐色低地土については、参考として土壌断面写真を写真1, 2, 3, 4に掲げた。

さらに、国は農業生産力の増進と農業経営の安

定化を図ることを目的として、全国的に土壌環境基礎調査を1979年から開始し、この調査は、県の実態に即し、土壌のタイプや主幹作物を考慮して選定した土壌調査地点（圃場）を定期的に調査することによって、社会情勢の推移に伴い変化してきた土壌環境、すなわち低コスト化、省力化、機械化、有機・無機資材の多量施用などの肥培管理法の変化に伴う土壌条件の経年変化を明らかにしようとするものである。これまでに実施された1979～1983年（1巡）、1984～1988年（2巡）、1989～1993年（3巡）の調査結果は、九州・沖縄地域における農耕地土壌の実態<sup>9)</sup>として取りまとめられ、これからの生産現場に沿った、健全で効率的な土づくりの啓蒙資料として広く活用されている。

本報では、1994～1998年（4巡）に実施した調査結果から、本県水田土壌の理化学性の実態を明らかにし、過去20年間の経年変化を取りまとめたので報告する。

本稿を取りまとめるに当たり、多大な御指導、御助言を頂いた長崎県総合農林試験場宮崎孝愛野馬鈴薯支場長、小川義雄環境部長、寺井利久専門研究員に心から感謝申し上げます。

さらに、現地調査に御協力を頂いた各農業改良普及センターの各位、長崎県総合農林試験場黒田正伸技師に厚く御礼申し上げます。

また、分析試料の調整等に多大な御協力を頂いた川浪久子氏、大菌サツエ氏、高橋醇子氏、久松由美子氏に心より御礼申し上げます。

## 2. 調査方法

本県における水田の観測地点は図1に示すとおりであり、地域別の土壌群の面積は表1に整理した。各地域の水田土壌のなかで、代表的な土壌統を対象に24地区、さらに1地区5地点として合計120地点を選定し、5年を一巡として、同一地点（圃場）を5年ごとに調査し、4巡の調査も、1, 2,

3巡と同一地点を順次行った。調査項目は土壌断面調査および土壌の理化学性に関する分析と土壌管理の実態調査である。土壌断面調査は「土壌調査ハンドブック」<sup>10)</sup>に、土壌分析は「土壌環境基礎調査における土壌、水質および作物体分析法」<sup>9)</sup>に従い、土壌管理実態調査は調査地点を管理してい

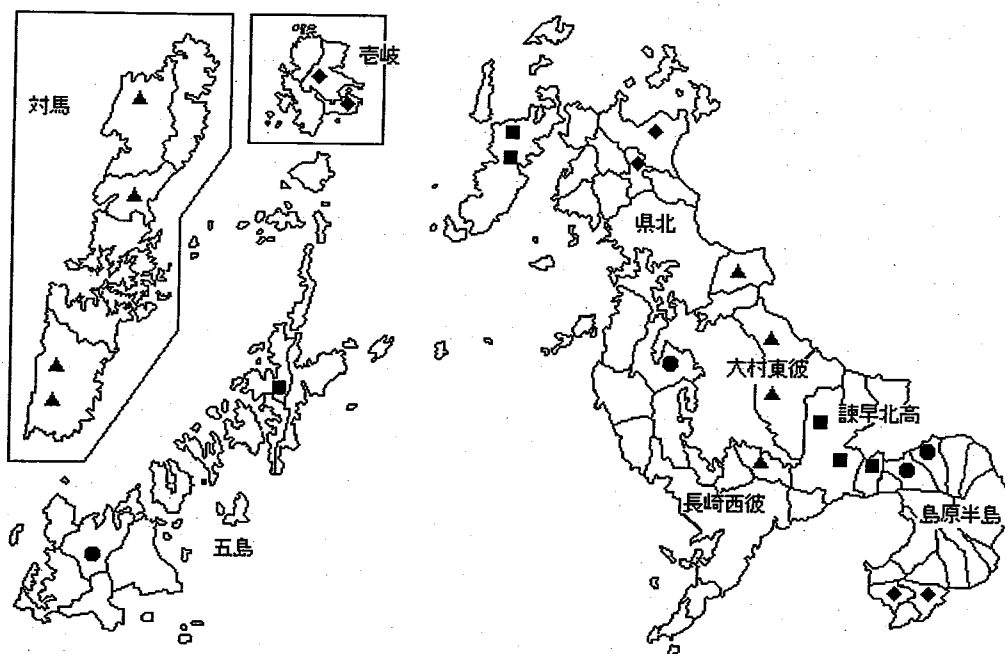


図1 長崎県における水田の観測地区(1地区5地点)

●:1979および1994年, ◆:1980および1995年  
 ■:1981および1996年, ▲:1982および1997年

表1 地域別の各土壌群の面積

単位: ha

土 壌 群	県全体	長崎西彼	諫早北高	島原半島	大村東彼	県 北	五 島	壱 岐	対 馬
黄 色 土	8,351	827	960	476	646	5,244	—	181	17
灰色低地土	7,220	497	868	2,818	425	1,264	—	727	621
グ ラ イ 土	5,258	1,059	1,518	641	217	1,104	344	138	237
褐色低地土	5,182	76	605	134	1,404	953	1,763	237	10
灰色台地土	3,462	304	185	1,279	30	894	309	461	—
グライ台地土	1,495	112	37	—	—	290	—	1,056	—
暗 赤 色 土	434	—	36	—	398	—	—	—	—
黒 ボ ク 土	152	—	—	94	58	—	—	—	—
泥 炭 土	70	—	48	—	—	22	—	—	—
黒 泥 土	5	5	—	—	—	—	—	—	—

る農家からの聞き取りによった。

なお、分析データの異常値は、解析の精度を上げるために、項目ごとに農林水産省農蚕園芸局農

産課土壌保全班の作成したマクロプログラムによりチェックし、除外した。

### 3. 結果および考察

#### 1) 土壌の理化学性の経年変化

水田作土の理化学性は、過去20年間の肥培管理によって、どのように変わったのかを知るため、項目ごとに4巡のデータと1巡のデータに対する増減を、土壌群別に表2に整理した。なお、測定

値は、土壌診断基準値<sup>9)</sup>の適正域、過剰域、不足域に3区分し、各々に属する地点数が全地点数に占める割合(%)を求め、表3に示した。

#### (1) 物理性

4巡の作土の厚さは、水田全体でみると、12.6±

表2 水田土壌の理化学性とその変化割合

土壌群	n	項目	作土の		pH	腐植	全窒素	CEC	交換性陽イオン(me)			塩基飽	Mg/K	可給態成分(mg)		
			厚さ(cm)	仮比重					(H <sub>2</sub> O)	(%)	(%)			(me)	Ca	Mg
水田全体	105	平均	12.6	1.1	5.8	3.1	0.19	18.6	8.9	3.7	1.0	74	5.6	8.6	26	26
		標準偏差	3.6	0.2	0.5	1.2	0.06	6.6	3.7	2.2	0.6	21	4.0	5.5	16	18
		変化割合	101	108*	102	89*	91*	93	95	85	169**	111*	53**	72**	147*	57**
黄色土	(19)	平均	15(2)	1.0(4)	5.8(2)	2.4(4)	0.18(3)	22.2(2)	9.9(1)	4.5(2)	0.9(3)	69(3)	8.6(1)	9.7(2)	29(2)	32(2)
		標準偏差	2	0.2	0.5	1.1	0.05	7.2	4.7	2.4	0.7	14	7.1	7.3	26	25
		変化割合	120	106	105*	61**	79*	92	102	83	148*	109	62	74	324	61
灰色低地土	(23)	平均	14(3)	1.1(3)	5.6(4)	3.3(2)	0.19(1)	14.2(4)	8.8(3)	2.3(4)	0.7(4)	85(1)	5.3(3)	5.6(4)	21(3)	20(4)
		標準偏差	2	0.1	0.4	0.8	0.06	4.6	4.4	1.7	0.3	32	4.1	3.3	11	18
		変化割合	109*	102	100	94	89	91	123	96	155*	138**	79	49**	106	55
グライ土	(22)	平均	16(1)	1.2(1)	6.0(1)	4.0(1)	0.22(2)	22.9(1)	8.9(2)	5.1(1)	1.0(1)	66(4)	6.4(2)	10.9(1)	30(1)	33(1)
		標準偏差	3	0.1	0.5	1.3	0.05	6.9	2.8	2.4	0.7	11	3.8	4.8	23	14
		変化割合	130	123*	101	107	112	81*	62**	66**	107	77**	56**	88	113	55
褐色低地土	(33)	平均	9(4)	1.2(1)	5.7(3)	2.7(3)	0.18(3)	16.2(3)	7.9(4)	2.9(3)	1.0(1)	75(2)	3.9(4)	9.2(3)	17(4)	23(3)
		標準偏差	1	0.2	0.5	0.8	0.06	4.8	2.7	1.5	0.6	15	2.6	5.9	15	14
		変化割合	73**	109	101	84*	100	96	104	94	241**	122**	34**	78	106	55

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 変化割合は(4巡)/(1巡)×100。
- 3) 変化割合の有意差検定は平均値の差の両側t検定で、\*\*は99%の信頼度で有意、\*は95%の信頼度で有意。
- 4) 平均値右側の( )内数字は土壌群中の高位順位を表す。

表3 水田土壌の理化学性の土壌診断基準値との比較

土壌群	周期	作土の厚さ		仮比重			pH(H <sub>2</sub> O)			腐植		交換性陽イオン						塩基飽和度			Mg/K比		可給態リン酸		可給態ケイ酸		
		不足	適正	低	適正	高	低	適正	高	不足	適正	不足	適正	不足	適正	不足	適正	過剰	低	適正	高	低	適正	不足	適正	不足	適正
		Ca		Mg		K		Ca		Mg		K		Ca		Mg		K									
水田全体	1巡	78	22	4	76	20	37	56	7	21	79	28	72	19	81	37	35	28	22	50	28	3	97	37	63	34	66
	4巡	71	29	0	70	30	30	60	10	36	64	20	80	12	88	10	23	67	6	62	32	16	84	33	67	44	56
黄色土	1巡	75	25	5	85	10	43	52	5	14	86	29	71	10	90	34	33	33	24	43	33	10	90	67	33	43	57
	4巡	50	50	0	100	0	26	69	5	74	26	21	79	0	100	16	16	68	0	79	21	11	89	56	44	41	59
灰色低地土	1巡	79	21	3	69	28	40	57	3	21	79	40	60	31	69	40	46	14	24	67	9	3	97	19	81	37	63
	4巡	60	40	0	71	29	39	57	4	13	87	30	70	26	74	17	18	65	13	30	57	35	65	14	86	65	35
グライ土	1巡	79	21	5	90	5	17	67	16	5	95	0	100	0	100	21	17	62	0	42	58	4	96	32	68	25	75
	4巡	50	50	0	60	40	14	68	18	14	86	14	86	9	91	5	27	68	9	77	14	0	100	23	77	14	86
褐色低地土	1巡	82	18	3	74	23	41	54	5	32	68	34	66	24	76	48	34	18	34	42	24	0	100	32	68	30	70
	4巡	100	0	0	64	36	36	55	9	48	52	21	79	15	85	6	30	64	3	67	30	21	79	39	61	45	55
土壌診断基準値		≥15		0.8~1.2			5.5~6.5			≥2.5		≥6		≥1.5		0.3~0.6		50~80		≥2		≥10		≥20			

- 1) 土壌診断基準値は長崎県土づくり手引書 p202 (1985) による。
- 2) 単位は% (全対象地点を100とする)。

3.6cmで、ほぼ1巡と同じであり、いまだ全調査地点の71%が基準値の15cmよりも浅かった。土壌群中では、褐色低地土の作土は9±1cmと明らかに基準値より浅いうえに、対1巡比73%と浅層化していた。一方、グライ土の作土の厚さは、16±3cmと最も深く、次いで黄色土15±2cm、灰色低地土14±2cmであり、いずれの土壌群とも深層化していた。しかし、最も作土の厚さが深いグライ土においても全調査地点の50%は土壌診断基準値の15cmに満たされていなかった。このように、五島列島に多く分布する褐色低地土以外の水田では、

4巡において改善傾向がみられたが、ほとんどの地点で作土の厚さが不足していた。これは、農家が耕起時間の短縮や作業能率向上等の理由から、ほとんどの農家がロータリー耕しか行っていないことが一因として考えられる。本質的な耕深の考え方は、作物の物理的なサポートという観点からは土の堅さ(仮比重)と関連し、養分供給という観点からは一定作土内の陽イオン交換容量(以下「CEC」)に基づく養分含量と関連するので一概に15cmでなければならないとはいえない<sup>2)</sup>。しかしながら、収量水準が600kg/10aまでは玄米重と根

量は正の高い相関を示す<sup>11)</sup>ことが知られているので、一般的な指針としては、土壌診断基準値である15cm以上の作土の厚さを確保するために、プラウなどで深耕するのが望ましいといえる。

仮比重は $1.1 \pm 0.2$  (kg/ℓ) であり、対1巡比108%と明らかに増加した。また、全調査地点の30%は基準値の1.2より大きかった。土壌群別では、黄色土の仮比重が、 $1.0 \pm 0.2$ と最も小さく、次いで灰色低地土 $1.1 \pm 0.1$ 、褐色低地土 $1.2 \pm 0.2$ 、グライ土 $1.2 \pm 0.1$ であり、いずれも1巡に比べて大きくなった。つまり、有機物含量が少なくなったため、作土層は深くなっているけれども、堅くなったことになる。また、基準値の1.2より大きい地点がグライ土で40%、褐色低地土で36%、灰色低地土で29%存在した。これらは、水稻栽培における耕起の省力化や有機物施用量の不足に起因しているといえる。

## (2) 化学性

pH (H<sub>2</sub>O) は、水田全体で $5.8 \pm 0.5$ であり、ほぼ1巡と同じである。また全調査地点の40%は、いまだに適正域を外れていた。4巡のpHはグライ土が $6.0 \pm 0.5$ 、黄色土 $5.8 \pm 0.5$ 、褐色低地土 $5.7 \pm 0.5$ 、灰色低地土 $5.6 \pm 0.4$ であり、いずれの土壌群とも上昇傾向にあった。

腐植含量は、水田全体で $3.1 \pm 1.2\%$ であり、なお全体の36%は基準値含量の2.5%より不足していた。そのうえ対1巡比89%と明らかに減少した。土壌群別では、グライ土だけが対1巡比107%と増加した。4巡の腐植含量はグライ土が $4.0 \pm 1.3\%$ と最も多く、次いで灰色低地土 $3.3 \pm 0.8\%$ であった。これら湿田は、乾田に比べて、土壌中での有機物の分解が抑制されていることを示した。一方、褐色低地土は $2.7 \pm 0.8\%$ 、黄色土は $2.4 \pm 1.1\%$ であるが、黄色土の74%、褐色低地土の48%の地点は、基準値の2.5%より不足していた。

全窒素含量は、水田全体として $0.19 \pm 0.06\%$ で、対1巡比91%と明らかに減少した。グライ土は $0.22 \pm 0.05\%$ と最も多く、対1巡比112%と増加した。一方、灰色低地土は $0.19 \pm 0.06\%$ 、褐色低地土は $0.18 \pm 0.06\%$ 、黄色土は $0.18 \pm 0.05\%$ であり、いずれの土壌群とも1巡の含量よりも減少した。

CECは、全体で $18.6 \pm 6.6$ meであり、対1巡比93%と減少した。また、グライ土で $22.9 \pm 6.9$ me

と最も高く、次いで黄色土で $22.2 \pm 7.2$ me、褐色低地土で $16.2 \pm 4.8$ me、灰色低地土で $14.2 \pm 4.6$ meの順であるが、すべての土壌群が1巡より低下傾向にあった。特に、黄色土の腐植含量は、乾田ゆえに消耗しやすく、少なくなっているのに、CECが大きい理由として、その粘土含量が高いことが考えられる。

交換性カルシウム含量は、全体で $8.9 \pm 3.7$ meであり、対1巡比95%と減少した。また、全調査地点の20%は、いまだ基準値の6.0meより不足していた。しかし、黄色土が $9.9 \pm 4.7$ meと最も多く、次いでグライ土が $8.9 \pm 2.8$ me、灰色低地土は $8.8 \pm 4.4$ me、褐色低地土は $7.9 \pm 2.7$ meであった。また、グライ土だけが減少しており、全体の平均値が減少している主因となった。

交換性マグネシウム含量は、いまだ全調査地点の12%が基準値の1.5meより不足しており、そのうえ対1巡比85%と減少して、 $3.7 \pm 2.2$ meであった。グライ土が $5.1 \pm 2.4$ meと最も高く、次いで黄色土が $4.5 \pm 2.4$ me、褐色低地土が $2.9 \pm 1.5$ me、灰色低地土が $2.3 \pm 1.7$ meであり、すべての土壌群で1巡よりも減少した。

交換性カリウム含量は、全体で $1.0 \pm 0.6$ meであり、交換性カルシウム含量や交換性マグネシウム含量と異なり、対1巡比169%と明らかに急増した。そのうえ全調査地点の67%が基準値の0.6meよりも過剰な状態にあった。4巡の含量は、グライ土が $1.0 \pm 0.7$ meと最も高く、次いで褐色低地土が $1.0 \pm 0.6$ me、黄色土が $0.9 \pm 0.7$ me、灰色低地土が $0.7 \pm 0.3$ meであり、すべての土壌群で上昇しており、かつ過剰傾向にあった。

カリウムは、確かに作物の要求量あるいは吸収量が窒素に劣らないくらい多い、重要な元素といえるが、その吸収段階において、アンモニア態窒素、交換性カルシウム、交換性マグネシウムとの拮抗作用が認められるので、過剰に施用すると、作物体内の養分バランスが崩れ、それらの欠乏症状を引き起こす。また、カリウムの施用に当たっては、牛ふんを中心とする家畜ふん尿由来の有機物からの供給量もかなりあることから、施肥の際は過剰になっていないか十分な注意が必要と判断される。

以上の交換性陽イオン含量に対する考え方は、

その絶対量の評価とともに、CEC に対する塩基飽和度の概念がより重要と考えられる。塩基飽和度は、水田全体で $74 \pm 21\%$ であり、対1巡比 $111\%$ と明らかに増加した。また、いまだ全調査地点の $32\%$ が基準値の $80\%$ より多い状態にあった。その主な原因として、交換性カリウムの集積があると推察される。土壌群別では、灰色低地土が $85 \pm 32\%$ と最も高く、次いで褐色低地土が $75 \pm 15\%$ 、黄色土が $69 \pm 14\%$ 、グライ土が $66 \pm 11\%$ の順であった。またグライ土が対1巡比 $77\%$ と明らかに減少しているものの、グライ土以外の土壌群では上昇しており、かつ過剰傾向にあった。このことがpHの上昇傾向に強く影響していると推察される。

マグネシウム／カリウム当量比 (Mg/K 比) は、全体で $5.6 \pm 4.0$ であり、対1巡比 $53\%$ と明らかに低下した。また、いまだ全調査地点の $16\%$ が基準値の $2.0$ より低い値であった。これは交換性マグネシウムの減少と交換性カリウムの集積が主な原因であり、塩基バランスの悪化による養分欠乏症が懸念される。4巡のMg/K比は、黄色土が $8.6 \pm 7.1$ と最も高く、次いでグライ土が $6.4 \pm 3.8$ 、灰色低地土が $5.3 \pm 4.1$ 、褐色低地土が $3.9 \pm 2.6$ の順であり、すべての土壌群で1巡より低下した。このことからカリウムを多量に含む牛ふん堆肥等の土づくり資材の無制限な投入は避けるべきであり、カリウムを含まない窒素単独肥料が好ましい場合も多いといえる。

可給態窒素含量は、 $8.6 \pm 5.5\text{mg}$ であり、対1巡比 $72\%$ と明らかに減少した。これは、前述の腐植および全窒素の含量も減少したことも考えあわせると、現状では有機物の絶対的施用量が不足しているといえる。また、すべての土壌群で1巡より低下しており、グライ土が $10.9 \pm 4.8\text{mg}$ と最も高く、次いで黄色土 $9.7 \pm 7.3\text{mg}$ 、褐色低地土 $9.2 \pm 5.9\text{mg}$ 、灰色低地土 $5.6 \pm 3.3\text{mg}$ の順であった。

可給態リン酸含量は、 $26 \pm 16\text{mg}$ であり、対1巡比 $147\%$ と明らかに増加しているものの、いまだ全調査地点の $33\%$ が基準値の $10\text{mg}$ より不足していた。また、グライ土が $30 \pm 23\text{mg}$ と最も多く、次いで黄色土が $29 \pm 26\text{mg}$ 、灰色低地土が $21 \pm 11\text{mg}$ 、褐色低地土が $17 \pm 15\text{mg}$ の順であった。しかしながら、基準値より不足している地点が黄色土で $56\%$ 、褐色低地土で $39\%$ 存在していた。本来、可給態リン酸

は、土壌中での移動性が小さいため作土に蓄積し易く、今回の調査でも、すべての土壌群において、その含量が増加していた。リン酸肥料およびリン酸質資材は、土壌診断によって、可給態リン酸含量を把握したうえで、適正量を施用することが望まれる。しかしながら、本県においては、土壌診断基準値としての可給態リン酸の上限値を、いまだに設定していない。今後は省資源、環境保全の面からも、早急に設定すべきである。また、イネ根のように主として $\text{NH}_4^+$ を吸収している根は、吸収と同時に $\text{H}^+$ を放出して、根圏土壌のpHを低下させ、陰イオンとしてのリン酸の吸収を促進し、またFe型並びにCa型リン酸を溶解して、リン酸を土壌溶液中に放出させる<sup>14)</sup>。したがって可給態リン酸の上限値としては、畑土壌のように $100\text{mg}$ も要らないし、九州各県が採用している $50\text{mg}$ でさしつかえない。

可給態ケイ酸含量は、グライ土が $33 \pm 14\text{mg}$ と最も高く、次いで黄色土が $32 \pm 25\text{mg}$ 、褐色低地土が $23 \pm 14\text{mg}$ 、灰色低地土が $20 \pm 18\text{mg}$ の順であった。しかし、すべての土壌群とも1巡より減少しており、全体の含量は $26 \pm 18\text{mg}$ であり、対1巡比 $57\%$ であった。また、いまだ全調査地点の $44\%$ が基準値の $20\text{mg}$ より不足していた。一方、土壌群別の不足地点の割合は、灰色低地土 $65\%$ 、褐色低地土 $45\%$ 、黄色土 $41\%$ 、グライ土 $14\%$ であった。なお、灰色低地土と褐色低地土は1巡の調査時と比較して、不足地点の割合がそれぞれ28ポイント、15ポイント増加していた。これは生わらの土壌還元やケイ酸質資材の投入量が減少していることによると考えられる。

## 2) 有機物および土壌改良資材の影響

有機物や土壌改良資材の施用の有無、施用量は、作物の生育、収量を左右すると同時に、土壌理化学性に大きな影響を与えるので、各々表4～表7に整理し、検討した。

### (1) 有機物

4巡の施用農家割合は $65\%$ であり、1巡とほとんど変わらなかった。しかしながら、農家が年間に施用する有機物量 ( $\text{kg}/10\text{a}/\text{年}$ ) は $1,251\text{kg}$ から $1,776\text{kg}$ と $42\%$ 増加した。ここで、有機物の施用量が増えているのに、腐植含量が減っている理由として、アンケート調査の結果から家畜ふん尿由

表4 有機物の施用が水田土壌の理化学性に及ぼす影響

施用の有無	周期	施用量 (kg/10a)	施用割合	孔隙率		pH (H <sub>2</sub> O)	腐植 (%)	全窒素 (%)	CEC (me)	交換性陽イオン(me)			塩基飽和度 (%)	可給態成分(mg)			
				仮比重	透水性 (%)					Ca	Mg	K		窒素	リン酸	ケイ酸	
施用	1巡	1251	66	1.07	60.0	-3.65	5.6	3.5	0.22	21	9.4	4.4	0.6	70	13.1	25	49
	4巡	1776	65	1.14	54.0	-3.39	5.8	3.4	0.22	20	10.1	3.9	0.8	74	12.1	35	35
無施用	1巡	—	—	1.03	61.2	-3.57	5.8	3.5	0.19	19	9.0	4.1	0.6	74	9.3	24	39
	4巡	—	—	1.14	55.2	-3.79	5.8	3.0	0.18	18	8.8	3.1	0.7	69	11.0	35	33

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 透水性は飽和透水係数の対数値。
- 3) 施用割合と(施用農家数)/(全農家数)×100。

来の有機物施用量の増加の反面、木質有機物の減少が挙げられる。

有機物を施用した圃場は、仮比重が小さくなり、透水性が向上し、CEC、塩基飽和度を高め、腐植、全窒素、交換性陽イオン、可給態の窒素、リン酸、ケイ酸の含量を増大させた。特に4巡では、透水性の向上、交換性のカルシウム、カリウム含量の増大、塩基飽和度の高まり、可給態リン酸含量の増大がみられた。

有機物の施用量と直結する土壌理化学性の項目は、腐植含量である。腐植含量は作物に対する養分供給力、特に水田では地力窒素を供給する潜在能力の指標と考えられている<sup>1)</sup>。さらに今後も有機物の施用により水田作土の腐植含量を増大させることが重要となる。

また、水田は非かんがい期間の土壌状態によって、黄色土、褐色低地土のような乾田とグライ土、灰色低地土のような湿田、半湿田に大別される。水田土壌の腐植の集積について、湿田は乾田よりも腐植の集積量が多く<sup>2)</sup>、これは有機物の施用量よりむしろ土壌中での有機物の分解率の相違による<sup>3)</sup>と報告されている。

黄色土、褐色低地土、灰色低地土の腐植含量は、いずれも1巡の調査時より減少傾向を示した。これらの土壌群の管理は、腐植は消耗することを意識して、生わらのすき込みや完熟堆きゅう肥の連年施用に努めることが、作土の腐植含量の維持向上のために必要といえる。

(2) リン酸質資材

4巡の施用農家割合は、1巡の18%から2%へ大きく減少している。施用した圃場は、無施用の圃場より可給態リン酸含量が増大するとともに、CECが高くなった。このことは、可給態リン酸の集積によってCECが増大するという報告<sup>4)</sup>とも

表5 リン酸質資材の施用が水田土壌の化学性に及ぼす影響

施用の有無	周期	施用割合	pH (H <sub>2</sub> O)	CEC (me)	可給態リン酸(mg)
施用	1巡	18	5.8	25.2	20
	4巡	2	5.3	20.0	27
無施用	1巡	—	5.6	18.9	17
	4巡	—	5.8	18.5	15

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 施用割合は(施用農家数)/(全農家数)×100。

よく一致する。

(3) 石灰質資材

4巡の施用農家割合は、1巡の13%から1%へ大きく減少した。施用した圃場は、無施用の圃場に比べてpH(H<sub>2</sub>O)が上昇し、交換性のカルシウム、マグネシウム含量が増大し、塩基飽和度が高まって高くなった。特に、4巡ではpHの上昇、交換性マグネシウム含量の増大、塩基飽和度の増大がみられた。

(4) ケイ酸質資材

4巡の施用農家割合は、1巡の53%から38%へ大きく減少した。施用した圃場は、無施用の圃場に比べてpH(H<sub>2</sub>O)が上昇し、交換性のカルシウム、マグネシウム、および可給態ケイ酸含量が増大し、ひいては収量が増加しており、ケイ酸質資材のケイ酸と副成分の効果が現れたといえる。特

表6 石灰質資材の施用が水田土壌の化学性に及ぼす影響

施用の有無	周期	施用割合	pH (H <sub>2</sub> O)	交換性陽イオン(me)		塩基飽和度(%)
				Ca	Mg	
施用	1巡	13	5.75	11.3	5.2	74
	4巡	1	5.80	10.1	5.7	75
無施用	1巡	—	5.66	9.0	4.2	66
	4巡	—	5.77	8.9	3.7	74

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 施用割合は(施用農家数)/(全農家数)×100。

表7 ケイ酸質資材の施用が水田土壌の理化学性に及ぼす影響

施用の有無	周期	施用割合	pH (H <sub>2</sub> O)	交換性陽イオン(me)		可給態ケイ酸 (mg)	収量 (kg/10a)
				Ca	Mg		
施用	1巡	53	5.7	9.8	4.6	52	416
	4巡	38	5.8	9.2	4.3	27	458
無施用	1巡	—	5.6	8.8	4.0	38	401
	4巡	—	5.7	8.1	2.7	26	417

1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。

2) 施用割合は (施用農家数) / (全農家数) × 100。

に、4巡ではpHの上昇と収量の増大が顕著であった。

可給態ケイ酸は、水稻にとって必須の成分であるが、そのひとつであるケイ酸石灰の施用効果として、水稻分げつ期施用による生育後期のケイ酸供給<sup>13)</sup>、低温年におけるケイ酸吸収の促進<sup>12)</sup>、耐冷性、いもち病耐病性<sup>9)</sup>などの報告がある。

今後は、水田土壌のケイ酸供給力を増大させるために、稲わらや麦わらの土壌還元だけでなく、ケイ酸質資材の施用も必要である。

#### 4. 総合考察

1979年から1998年までの20年間を取りまとめた結果、本県の水田土壌の理化学性は土壌群の種類によってその項目と程度は異なるが、ここ20年間、様々に変化してきていることが明らかになった。この変化に関係する要因のうち、有機物や無機質資材の施用は最も強く影響する要因であるとともに、その変化は、そのまま現在までの農業情勢を反映していると考えられる。具体的には、有機物施用の作業は重労働であり、生産コストを減らしたいなどの理由により施用農家割合が増えていない。またリン酸質資材、石灰質資材、ケイ酸質資材の施用農家割合は、すべての水田で減少しており、土壌改良を行わない、あるいは必要と感じない農家が増加している。これは化学肥料の普及と土壌中に養分が蓄積したことを農家が自覚したことと表れとも考えられるが、無機質資材の重さやコストダウンの意識だけでなく、転作面積の漸増、

米価の低迷等稲作に対する意欲の低下も働いていると推察される。以上のような人為的、社会的反応を経て、現在の土壌の理化学性が存在していると考えられる。

ここで最も重要な項目である収量と土壌理化学性の因果関係をみるために、水田における各種要因間の相関係数と検定結果を表8に示した。腐植含量と全窒素含量、可給態窒素含量、可給態ケイ酸含量、孔隙率の間に99%の信頼度で正の相関が認められた。また、全窒素含量と可給態窒素含量、孔隙率の間に99%の信頼度で正の相関が認められた。さらに可給態窒素含量と孔隙率の間に99%の信頼度で正の相関が認められた。

さらに、可給態窒素含量および孔隙率は、収量との間に99%の信頼度で正の相関が認められたことから、特に重要な土壌理化学性要因といえる。

したがって、水田では、有機物の施用によって、

表8 水田における各種要因間の相関係数および検定 (n)

要因	収量	腐植	全窒素	可給態窒素	可給態ケイ酸	孔隙率
収量	—	0.081 (347)	0.073 (347)	0.178** (266)	0.020 (284)	0.195** (202)
腐植		—	0.637** (415)	0.291** (320)	0.218** (337)	0.500** (251)
全窒素			—	0.369** (320)	0.138** (337)	0.303** (250)
可給態窒素				—	0.071 (319)	0.489** (166)
可給態ケイ酸					—	0.201** (175)
孔隙率						—

注) 両側 t 検定で、\*\*は99%の信頼度で有意、\*は95%の信頼度で有意。



土壌理化学性を総合的に、しかも確実に良好化し、収量を高めることができ、もっと積極的に土づくりを行う必要がある。

本報告で、有機物および無機質資材と土壌の理化学性の因果関係を明らかにした。当然のことながら、有機物は地力の向上に欠かすことのできない資材でもあるが、有機物もまた肥料の一部であることを忘れてはならない。そして畜種や副成分の種類などによって、肥料成分の量や放出パターンは様々である。最近では環境保全が声高に叫ばれ、農業だけが例外というわけにはいかない。作物の養分吸収特性に応じた肥培管理を心掛けねばならない。その際、土壌診断結果に基づいた基肥の施用が基本となるが、現場での土壌分析法は、測定値の正確さよりむしろスピードが要求される。

そのためにも、土壌腐植含量、交換性カルシウム含量、交換性マグネシウム含量、可給態リン酸含量などの簡易分析法は強力な武器となり、土壌診断に対する農家意識の改善と併せて、現場へのスムーズな定着が望まれる。これらは環境保全型農業技術のひとつであり、生産活動を持続するための方法といえる。

このように本県水田土壌の実態を調査し、水田作土の理化学性について土壌診断基準値に適合しない過不足地点の存在が明らかになった。土づくり資材の過剰な投入から、実態に則した設計が望まれ、現地における簡易な診断法の普及が課題となる。今後の土壌管理としては、作土の厚さを確保するとともに、良質な有機物やケイ酸質資材を施用することが肝要である。

## 5. 摘 要

長崎県の水田土壌の理化学性の実態と20年間の経年変化を明らかにするため、1994～1998年（4巡）に実施した水田の作土の土壌調査結果を1979～1984年（1巡）の調査時と比較した結果は、次のとおりである。

- ①作土の厚さは、平均12.6cmで、いまだ71%の地点が不足しており、深い順にグライ土、黄色土、灰色低地土、褐色低地土である。
- ②pH (H<sub>2</sub>O) は、平均5.8であり、いまだ40%の地点が適正範囲を外れている。
- ③腐植含量、全窒素含量、CEC、交換性カルシウム含量、交換性マグネシウム含量、Mg/K比、可給態窒素含量、可給態ケイ酸含量は、20年前と比較して、明らかに減少している。

④交換性カリウム含量、塩基飽和度、可給態リン酸含量は、20年前と比較して、明らかに増加している。

⑤有機物の施用量は増加しているが、リン酸質資材、石灰質資材、ケイ酸質資材など無機質資材の施用量は減少している。

⑥今後も、有機物の施用によって、土壌理化学性が改善され、増収が期待されるので、積極的に土づくりを進める必要がある。

⑦以上の結果から、今後の水田土壌の管理は、作土の厚さを確保し、良質な有機物やケイ酸質資材の施用を行うとともに、土壌診断に基づいた肥培管理を心掛ける必要がある。

## 6. 引用文献

- 1) 出井嘉光：水田における有機物の集積と分解，日本土壌肥料学会誌，46(7)，p251-254 (1975)
- 2) 鎌田春海：陽イオン交換容量(CEC)，農業技術体系(土壌施肥編)，1(III)，p46-49(1987)
- 3) 九州農政局農産普及課：九州・沖縄地域にお

ける農耕地土壌の実態と変化一定点調査結果からみた土壌の変遷，p65-82 (1995)

- 4) 前田 要：腐植の消耗と蓄積，農業技術体系(土壌施肥編)，3(III)，p50-53 (1987)
- 5) 長崎県農林部：長崎県土づくり手引き書，p202-205 (1985)

- 6) 長崎県総合農林試験場：地力保全基本調査総合成績書 I (1978)
- 7) 南條正巳：リン酸，農業技術体系（土壤施肥編），1 (V)，p151-157 (1987)
- 8) 農水省農蚕園芸局農産課編：土壤環境基礎調査における土壤，水質及び作物体分析法 (1979)
- 9) 大山信雄：地力増強・施肥改善による水稻冷害軽減効果 [2]，農業及び園芸，60(11)，p1385-1389 (1985)
- 10) ペドロジスト懇談会編：土壤調査ハンドブック，p23-77 (1985)
- 11) 関矢信一郎：イネ，農業技術体系（土壤施肥編），1 (II)，p115-125 (1987)
- 12) 住田弘一・大山信雄：水稻のケイ酸吸収および水田土壤のケイ酸供給に及ぼす温度の影響，日本土壤肥料学会誌，61(3)，p253-259 (1990)
- 13) 住田弘一・大山信雄：水稻のケイ酸吸収促進に及ぼす有機物及びケイ酸石灰の施用効果，日本土壤肥料学会誌，62(4)，p386-392 (1991)
- 14) 上沢正志：リン酸の動態と吸収，農業技術体系（土壤施肥編），1 (III)，p7-12 (1987)

Changes of Several Physico-chemical Properties of  
Paddy Soils in Nagasaki Prefecture.

Katsuhiro INOUE, Yoshitaka NAGAO, Nobuyuki NANBA,  
Sigeo KANDA, Hirohisa NAGATA

Summary

We were engaged in this research in order to analyze the present and the passing year changes of physico-chemical properties of paddy field soils in Nagasaki prefecture and we compared results in 1994 to 1998 (the fourth period) with those of 1979 to 1984 (the first period) .

- (1) The efficient depth of topsoil was 12.6cm in average, shallow in 71% fields, there were gley, yellow, gray lowland, brown lowland soils in each length.
- (2) The pH value of soils was 5.8 in average, and there were not proper in 40% of fields.
- (3) The content of humus, total nitrogen, cation exchange capacity, exchangeable calcium, exchangeable magnesium, available nitrogen, available silicate and Mg/K balance decrease clealy comparing for the first period.
- (4) The content of exchange potassium, available phosphate and base saturation percentage of soil increase more than the first period.
- (5) The amount of compost applications decreased, but those of inorganic matter, such as phosphate fertilizer, calcium fertilizer and silicate fertilizer increased.
- (6) The applications of compost synthetically and certainly improve on physico-chemical properties of paddy soil.
- (7) Based on these analytical results, we recommend plowing deeply, applying of matured compost and silicate fertilizer, and proper use of chemical fertilizer in soil management.

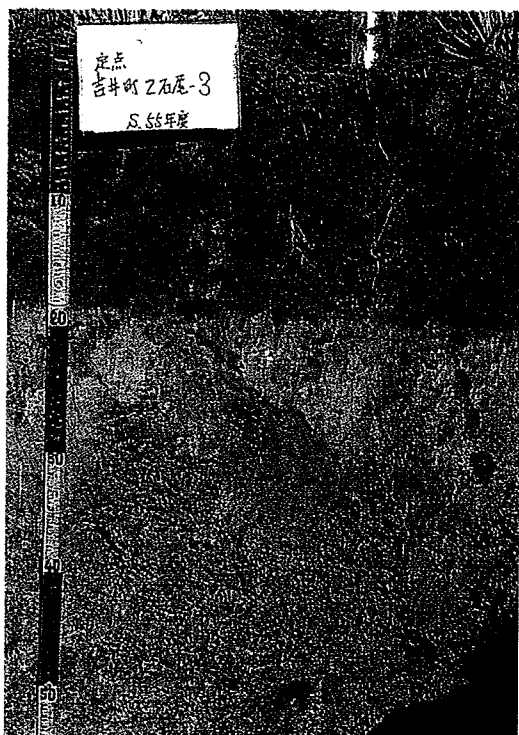


写真1 黄色土  
(北松浦郡吉井町高峰免)

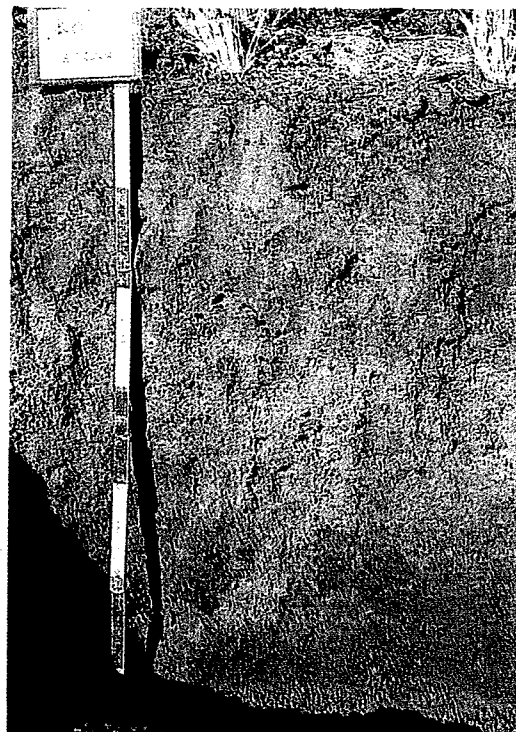


写真2 灰色低地土  
(諫早市富川町帯田115)



写真3 グライ土  
(森山町干拓 B3837)



写真4 褐色低地土  
(東彼杵郡波佐見町板立)

代表的な土壤断面写真