

2. 農業生産と土壤

1) 農耕地土壤の特徴と変化

(1) 土壤の分布と特徴

九州沖縄地域は、暖温帯から亜熱帯に至る温暖多雨気候下にあり、多くの種類の岩石及びその風化堆積物から構成される山地、丘陵地、台地、低地からなっている。阿蘇・九重・雲仙・霧島・桜島などの活発な火山や対馬・五島列島・薩南諸島・琉球諸島など多くの島々からなるのも大きな特徴である。そのため、この地域の土壤は、気候成帶性土壤の褐色森林土や赤黄色土とともに火山碎屑物に由来する黒ボク土、隆起珊瑚礁台地の暗赤色土など母材の影響を強く受けできた成帶内性土壤が広く分布する。このほか沖積土(低地土)や山岳地、砂丘地、南西諸島の泥灰岩地、火山地に各種未熟土が見られる。

第1図は、1/100万日本土壤図¹⁾を基に、日本の統一的土壤分類体系(第二次案)²⁾の土壤大群により区分した九州沖縄土壤図である。九州沖縄地域の土壤は、次のように大別できる。

①山地・丘陵地の褐色森林土(固結岩屑土を伴う)

九州山地、筑紫山地のほか、対馬・五島列島・天草・甑島・屋久島・奄美大島などの島々の山地・丘陵地に分布する。

②丘陵地・台地の赤黄色土

九州北部、中部の丘陵・台地及び奄美諸島、沖縄諸島の山地・丘陵地・洪積台地に分布する。鹿児島本土や宮崎では現在の地表には赤黄色土の分布は少ないが、しばしば火山放出物の下に埋没した赤色土が見られる。

③山地・丘陵地・台地・一部低地の黒ボク土(火山放出物未熟土を伴う)

九重・雲仙・阿蘇・霧島・桜島・開聞・鬼界・トカラなど多くの活発な火山があり、それらの火山放出物に覆われたところには広く黒ボク土が発達する。火口周辺には火山放出物未熟土も分布する。また、黒ボクの分布地域ではそれが侵食・再堆積してできた多湿黒ボク土やグライ黒ボク土も見られる。

④隆起珊瑚礁台地の暗赤色土(レンジナ様土型固結岩屑土を伴う)

奄美諸島及び琉球諸島の隆起珊瑚礁(琉球石灰岩)台地に分布する。新しい隆起珊瑚礁や古い隆起珊瑚礁でも突起して岩肌の目立つところにはレンジナ様土型または石灰質岩屑土が発達する。

⑤低地の沖積土

筑後川を主要河川とする筑後平野、白川・緑川を主要河川とする熊本平野、大淀川・一つ瀬川を主要河川とする宮崎平野のほか、人吉・都城盆地などの河川流域に分布する。

⑥砂質土、石灰質固結岩屑土などの未熟土

砂質土(砂丘未熟土)は、玄界灘・周防灘に面した海

岸、国東半島東部海岸、宮崎平野、薩摩半島西海岸(吹上砂丘)、大隅半島東海岸の砂丘・浜堤に分布する。また、石灰質固結岩屑土(軟岩型普通陸成未熟土、石灰質)は、第3紀泥灰岩に由来する土壤で沖縄本島中南部の丘陵・台地に広く分布する。

第1表は地力保全基本調査により明らかになった九州沖縄地域の農耕地の土壤群別面積、第2図は同面積割合を示したものである³⁾。原本には若干の数値の誤りがあったので修正してある。

九州沖縄の農耕地土壤は75.6万haで、灰色低地土(25.4%)と黒ボク土(22.3%)が2大土壤群である。ついで黄色土(13.2%)、グライ土(10.2%)、褐色森林土(6.2%)、多湿黒ボク土(5.5%)、褐色低地土(5.0%)、暗赤色土(4.1%)、赤色土(3.6%)、灰色台地土(2.5%)の順である。全国平均に比べて、黒ボク土、赤色土、黄色土、暗赤色土、灰色低地土の割合が大きい。これらのほか黒泥土(0.7%)、砂丘未熟土(0.3%)、グライ台地土(0.3%)、泥炭土(0.3%)、黒ボクグライ土(0.2%)、岩屑土(0.2%)が分布する。

県別では、平野部の広い福岡、佐賀で低地土(褐色低地土、灰色低地土、グライ土)が各々65.7%、58.8%と多く、長崎、沖縄では各々24.9%、15.0%と少ない。黒ボク土グループ(黒ボク土、多湿黒ボク土、黒ボクグライ土)は宮崎、鹿児島、熊本で各々57.7%、48.4%、39.8%と九州沖縄の平均28.0%よりもはるかに多く、福岡、佐賀で少なく、沖縄には存在しない。赤・黄色土は長崎、沖縄、佐賀で各々58.4%、30.9%、26.2%と多く、宮崎と鹿児島本土で少ない。暗赤色土は沖縄(41.3%)、佐賀(8.3%)、鹿児島(4.7%)に広く分布するが、沖縄、鹿児島のものは琉球石灰岩台地の弱酸性～中性土壤であるのに対し、佐賀のものは玄武岩が熱水変性を受けた火山性の酸性土壤である。沖縄で12.6%を占める灰色台地土は、泥灰岩母材の石灰質のもので九州本土の灰色台地土とは異なる。

このように、九州沖縄の農耕地土壤は、気候、地形、母材に影響されて、特徴ある分布を示す。

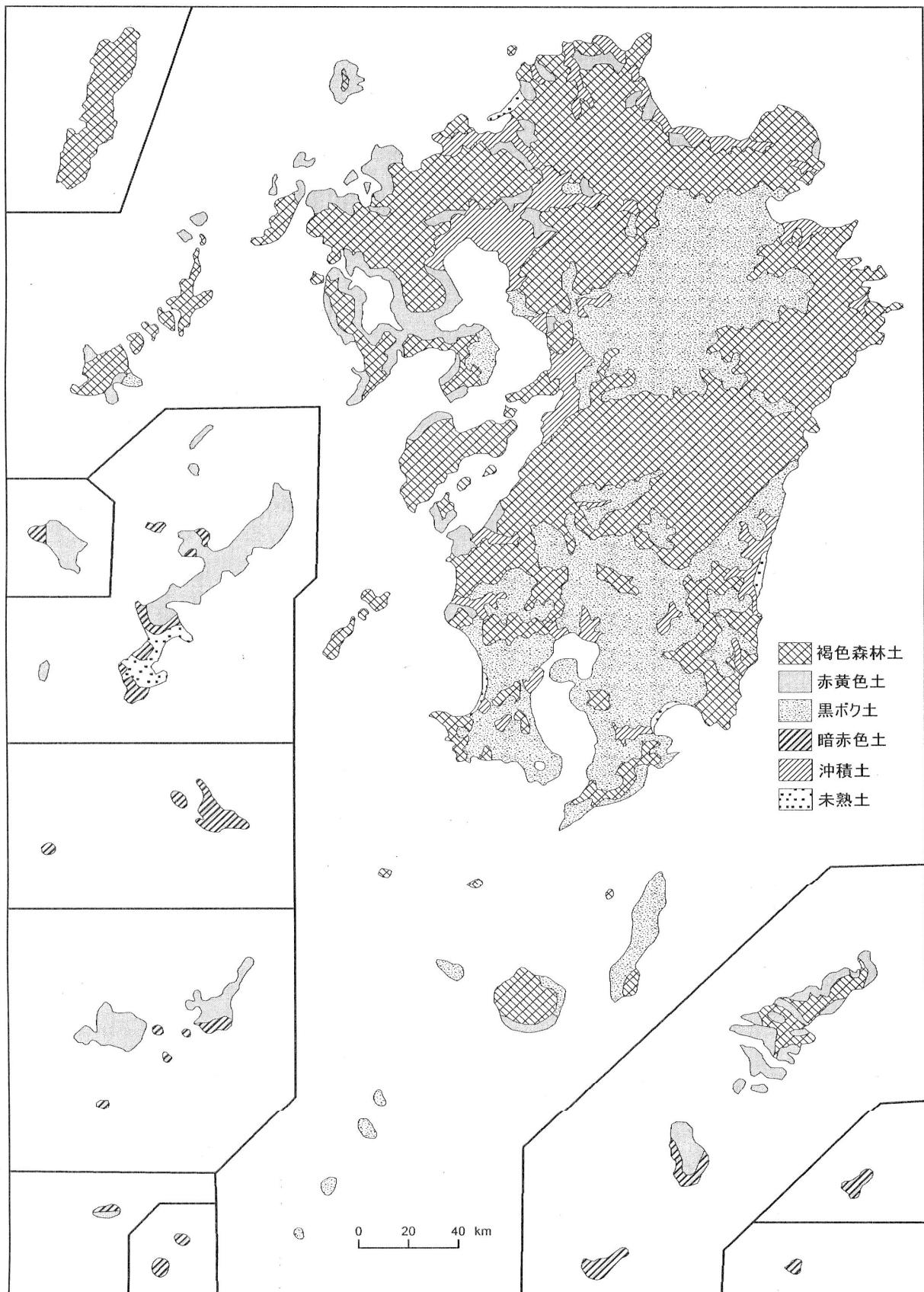
次に、九州沖縄地域の農耕地土壤群の特徴、分布及び利用の概要を示す。

①岩屑土

各種固結岩石を母材とする、山地・丘陵地の瘦せ尾根、急峻な斜面に分布している残積性の土壤である。土層が非常に薄く、角礫に富んでいて、傾斜地にあることもあるが、農耕地としては不適である。分布は広くないが主に樹園地として利用されている。

②砂丘未熟土

A層は薄く、灰黄～黄褐色の下層をもつ砂質土壤である。奄美・沖縄諸島では砂はほとんどが珊瑚や貝殻からなり石灰質である。主に松の飛砂防止林となっているが、



第1図 九州沖縄土壤図

第1表 全耕地の土壤群別面積

単位 ha

土壤群	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島	沖縄	九州沖縄	全国
1 岩屑土	0	0	0	1,409	0	0	0	0	1,409	14,830
2 砂丘未熟土	0	0	0	0	0	1,354	1,219	0	2,573	24,194
3 黒ボク土	2,758	1,109	5,696	36,564	12,802	39,388	70,267	0	168,584	954,249
4 多湿黒ボク土	1,136	0	152	17,095	6,625	12,252	4,476	0	41,736	348,820
5 黒ボクグライ土	0	0	0	1,137	170	125	170	0	1,602	52,610
6 褐色森林土	18,615	0	0	9,667	16,540	1,510	576	0	46,908	443,077
7 灰色台地土	249	940	3,992	3,638	3,890	0	1,259	4,818	18,786	157,515
8 グライ台地土	54	0	1,495	182	20	0	415	81	2,247	45,551
9 赤色土	2,643	1,668	6,329	3,439	0	0	8,240	5,123	27,442	45,180
10 黄色土	7,854	18,313	36,624	11,588	9,140	43	9,485	6,670	99,717	325,918
11 暗赤色土	269	6,305	835	851	0	0	7,327	15,756	31,343	37,041
12 褐色低地土	8,136	5,877	5,764	3,435	1,960	3,309	5,701	3,322	37,504	408,125
13 灰色低地土	43,346	31,406	7,383	28,011	28,918	25,562	26,545	844	192,015	1,141,805
14 グライ土	14,355	7,658	5,258	19,970	5,802	5,356	16,942	1,550	76,891	904,651
15 黒泥土	500	3,134	5	61	0	329	1,032	0	5,061	77,752
16 泥炭土	226	0	70	493	0	469	1,043	0	2,301	141,911
合計	100,141	76,410	73,603	137,540	85,867	89,697	154,697	38,164	756,119	5,122,229

畑としても利用されている。

③黒ボク土

火山放出物に由来する。普通厚い黒～黒褐色の厚いA層をもつ。容積重が小さく、リン酸固定力が大きい。畑や樹園地として広く利用されている。

④多湿黒ボク土・黒ボクグライ土

黒ボク土または黒ボク土再堆積物に由来する土壤のうち、斑鉄をもつか下層が灰色のものは多湿黒ボク土、下層がグライ層のものは黒ボクグライ土である。湿性の黒ボク土で主に水田として利用されている。なお、台地上の黒ボク土で本来湿性でなく水田耕作下で斑鉄の集積を生じたものは、農耕地土壤分類第3次改訂版⁴⁾では多湿黒ボク土ではなく、黒ボク土の水田化亜群として区分される。

⑤褐色森林土

湿潤温・暖帶の森林下に分布し、黒褐色のA層と褐～黄褐色のB層をもつ酸性の土壤である。大分や福岡で耕地としての分布が広く、樹園地の多くを占めている。

⑥灰色台地土

沖縄本島中南部の丘陵・台地に分布する第3紀泥灰岩に由来する灰色台地土は、灰黄色で基岩に近づくほど青灰色を呈する。石灰質でアルカリ性を呈し、塩酸で発泡する。沖縄ではジャーガルと呼ばれる。この土壤は農耕地土壤分類第3次改訂版⁴⁾や日本の統一的土壤分類体系第二次案²⁾では未熟土に分類されている。多くは野菜、サトウキビなどの畑利用がなされている。九州本土の灰色台地土は、台地・丘陵地の酸化鉄の斑紋をもつ基色灰色の湿性土壤で、主に水田として利用されている。

⑦赤色土・黄色土

A層の発達は悪く、明るい赤色～黄色のB層をもつ。自然状態では強酸性の土壤である。玄武岩・安山岩・結晶片岩・粘板岩・第3紀層・洪積層などに由来する。畑や樹園地として利用されている。

⑧暗赤色土

沖縄及び奄美諸島に分布する琉球石灰岩台地の暗赤色土は弱酸性～中性を呈し、沖縄では島尻マージと呼ばれる。サトウキビ畑として広く利用されている。

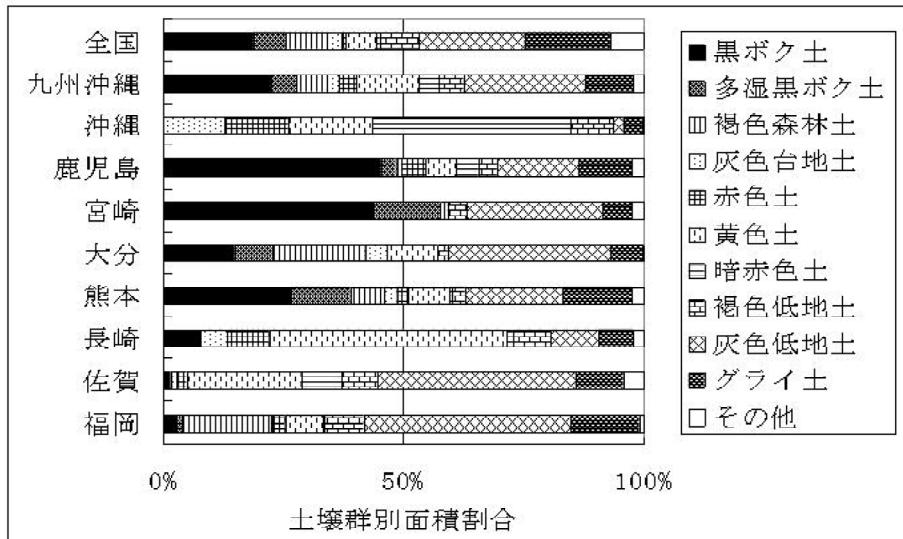
九州北部の暗赤色土は、玄武岩の熱水変成によりできたものが多く、暗紫色で酸性を呈し、おんじやくと呼ばれる。樹園地、一部水田や畑として利用されている。

⑨褐色低地土

河成、海成、湖成の沖積堆積物を母材とした低地の土壤は、排水状態により褐色低地土・灰色低地土・グライ低地土の三つに分けられる。褐色低地土は最も地下水位が低く、排水のよい土壤である。全層またはほぼ全層が地下水の影響を受けておらず褐色を呈する。ただし、長年水田として利用してきた土壤は、還元的なかんがい水の浸透により鉄集積層または孔隙や亀裂に沿って還元灰色化が進んだ灰色化層の形成が見られる。このような土壤は最近では水田土として低地土とは分けて分類するようになってきている。褐色低地土は筑後川、球磨川、大淀川流域などの自然堤防・扇状地・微高地に分布している。水田及び一部は畑や樹園地として利用されている。

⑩灰色低地土

全層またはほぼ全層が灰色土層からなる土壤である。灰色低地土についても水稻耕作下で鉄集積層や灰色化層が形成されているものは水田土として分けるようになつ



第2図 九州沖縄地域農耕地の土壤群別面積割合

てきている。灰色低地土は、筑紫平野、熊本平野、八代平野などに広く分布し、主に水田として利用されている。花崗岩やシラスに由来する灰色低地土は比較的粗粒質で生産力が低い。

⑪グライ土・グライ台地土

グライ土は沖積堆積物に由来し、表層または比較的浅い位置にグライ層が出現する土壤である。地下水と易分解性有機物の存在下で形成されるグライ層が、農耕地土壤分類第二次改訂版では80cm以内、第三次改訂版では50cm以内に出現するものである。下層に黒泥層や泥炭層をもつ場合もある。低湿地にあり、排水不良である。有明海や不知火海沿岸などの干拓地に広く分布するほか山間あるいは台地間の谷底平野などに分布する。形態が類似しているが、台地・丘陵地に分布しているものはグライ台地土として区分される。九州沖縄における分布は狭い。いずれも水田として利用されている。

⑫黒泥土・泥炭土

ヨシなどの湿性植物遺体が堆積した泥炭層またはそれが分解した黒泥層が浅い位置に出現する土壤である。自然堤防や砂丘の後背湿地、砂丘列間の低湿地、山間の低湿地などに分布する。遠賀川(福岡)、松浦川(佐賀)、緑川・菊池川(熊本)、肝属川(鹿児島)流域、阿蘇谷(熊本)、宮崎平野の砂丘列間湿地などに分布する。分布は広くないが、水田として利用されている。

引用文献

- 1)ペドロジスト懇談会土壤分類・命名委員会：1/100万日本土壤図、内外地図株式会社、東京(1990)
- 2)日本ペドロジー学会第四次土壤分類命名委員会：日本の統一的土壤分類体系－第二次案(2002)－、p.1～90、博友社、東京(2003)
- 3)土壤保全調査事業全国協議会編：日本の耕地土壤の実態と対策新訂版、p.48～49、博友社、東京(1991)
- 4)農耕地土壤分類委員会：農耕地土壤分類第3次改訂版、農環研資料、17、1～80(1995)

(鹿児島大学農学部 浜崎忠雄)

(2) 土地利用と土壤の変遷

わが国の農耕地土壤の特性と管理の実態と変化を総合的に把握するため、土壤環境基礎調査・定点調査が、1979年から1997年まで、5年を1巡として4巡目まで行われた。調査地点数は全国で約2万点に及んでいる。

九州沖縄地域の定点調査の3巡目までのとりまとめは、すでに九州農業試験場土壤特性研究室及び九州農政局農産普及課によって行われている¹⁾。ここでは、この資料の3巡目までのとりまとめ結果と今回新たに各県から得た4巡目のデータを集計して得られた結果から、九州沖縄地域の農耕地土壤の理化学性の実態と変化を見る。

1. 地目別土壤理化学性の実態と変化

九州沖縄地域の地目別にみた定点調査4巡目（1994～1997）の作土の理化学性を第1表に示した。水田、畑、樹園地及び茶園は長崎と大分を除く全県のデータを用い、普通畑（露地野菜と飼料畑を除く畑）は福岡、宮崎、鹿児島、露地野菜は福岡、宮崎、鹿児島、沖縄、飼料畑は宮崎、鹿児島、沖縄、柑橘園は福岡、佐賀、熊本、宮崎、鹿児島のデータを用いて集計した。

第1図は、九州沖縄地域の定点調査による地目別にみた作土の理化学性の変化を示したものである。3巡目までの結果に使用されたデータは、水田は全県、普通畑は長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、露地野菜は長崎、宮崎、鹿児島、飼料畑は長崎、熊本、宮崎、鹿児島、柑橘園は沖縄を除く全県、茶園は福岡、佐賀、長崎、宮崎、鹿児島のものである。柑橘園には1～4巡目とも極わずか

であるが柑橘以外の果樹園も含まれている。

地目別に平均値を見ると、作土深は茶園や露地野菜で最も深く、水田で浅い。仮比重・ち密度・固相率は柑橘園で最も大きく、畑や茶園で小さい。pH(H₂O)や塩基飽和度は茶園で他に比べて明らかに低い。全炭素や全窒素は、茶園・飼料畑>普通畑・露地野菜>水田・柑橘園の順に少ない。CECは全炭素とほぼ対応して、茶園・飼料畑>普通畑・露地野菜・柑橘園>水田の順に小さい。交換性CaO・MgOは、飼料畑>柑橘園・露地野菜>普通畑>水田>茶園の順に少ない。一方、交換性K₂Oは茶園・露地野菜>柑橘園>普通畑・飼料畑>水田の順に少ない。茶園と露地野菜で相対的に交換性K₂Oの集積が大きい。塩基飽和度は茶園で著しく低い。可給態P₂O₅は、茶園>柑橘園>普通畑・露地野菜・飼料畑>水田の順に少ない。茶園や柑橘園での蓄積が大きく、土壤1kg当たり1.00gを超えている。可給態Nは、茶園・水田>飼料畑>露地野菜・柑橘園>普通畑の順に少ない。茶園や水田で明らかに多い。可給態SiO₂は水田の改善目標値土壤1kg当たり0.15g SiO₂以上を十分満たしている。

各地目別に20年間の作土の理化学性の変化を見ると、作土深はどの地目でも大きな変化はない。ただ、飼料畑・柑橘園・茶園で1巡目比べて3巡目以降で浅くなっている。仮比重・固相率は柑橘園でやや低下する傾向がある。pH(H₂O)は茶園と柑橘園で明らかに低下している。全炭素と全窒素は茶園で明らかな増加を示し、露地野菜・飼料畑でもわずかな増加傾向を示す。水田と柑橘園では明らかな変化はない。CECは全炭素に対応して茶園で

第1表 九州沖縄地域の地目別にみた定点調査4巡目（1994～1997）の作土の理化学性

項目	水田 個数		畑 個数						樹園地 個数		柑橘園 個数			茶園 個数		
			普通畑 個数	露地野菜 個数	飼料畑 個数	普通畑 個数	露地野菜 個数	飼料畑 個数								
作土深 (cm)	14.1	762	20.0	638	16.7	90	18.9	158	15.7	128	16.0	317	15.2	195	18.0	71
仮比重 (gcm ⁻³)	0.95	593	0.87	610	0.83	77	0.85	148	0.75	124	0.92	273	0.98	182	0.62	62
ち密度 (mm)	15.4	589	12.9	613	8.5	77	9.6	148	15.0	126	16.0	274	17.2	181	12.5	63
固相率 (m ³ m ⁻³)	0.369	593	0.328	610	0.320	77	0.308	148	0.305	124	0.356	272	0.376	181	0.259	62
pH(H ₂ O)	5.86	810	6.24	641	6.15	92	6.27	160	6.10	128	5.29	363	5.63	209	3.92	87
全炭素 (gkg ⁻¹)	26.6	810	38.2	642	28.4	92	45.1	160	64.5	128	39.2	362	23.8	209	89.1	86
全窒素 (gkg ⁻¹)	2.4	808	2.8	642	1.8	92	3.2	160	4.6	128	4.0	362	2.5	209	9.2	86
CEC (cmol ₁ kg ⁻¹)	18.1	810	22.4	642	18.8	92	23.4	160	29.7	128	27.8	362	22.6	209	47.8	86
交換性 CaO (gkg ⁻¹)	2.51	810	3.36	642	2.09	92	3.99	160	4.08	128	2.62	362	2.88	209	1.81	86
交換性 MgO (gkg ⁻¹)	0.427	810	0.434	642	0.375	92	0.439	160	0.489	128	0.448	362	0.493	209	0.321	86
交換性 K ₂ O (gkg ⁻¹)	0.254	810	0.409	642	0.442	92	0.426	160	0.384	128	0.568	362	0.491	209	0.782	86
塩基飽和度 (%)	64	810	73	642	62	92	83	160	56	128	54	361	61	228	21	86
可給態 P ₂ O ₅ (gkg ⁻¹)	0.275	807	0.450	642	0.505	92	0.538	160	0.359	128	1.829	356	1.410	222	2.741	86
可給態 N (gkg ⁻¹)	0.131	700	0.056	454	0.021	83	0.060	121	0.080	117	0.063	137	0.040	108	0.149	29
可給態 SiO ₂ (gkg ⁻¹)	0.326	797														

注) 水田・畑・樹園地・茶園：福岡・佐賀・熊本・宮崎・鹿児島・沖縄、普通畑：福岡・宮崎・鹿児島、露地野菜：福岡・宮崎・鹿児島・沖縄、飼料畑：宮崎・鹿児島・沖縄、柑橘園：福岡・佐賀・熊本・宮崎・鹿児島、のデータを使用。

第2表 九州沖縄地域の主要土壤群別にみた定点調査4巡目（1994～1997）の作土の理化学性

項目	水田					畑						
	多湿 黒ボク土 個数	黄色土 個数	灰色低地土 個数	黒ボク土 個数	黄色土 個数	暗赤色土 個数	黒ボク土 個数	黄色土 個数	暗赤色土 個数	個数		
作土深 (cm)	14.9	54	13.3	32	13.9	244	17.0	194	29.3	35	29.3	79
仮比重 (gcm ⁻³)	0.72	47	1.03	20	1.02	170	0.70	187	1.14	32	1.07	77
ち密度 (mm)	14.6	47	14.2	20	14.3	168	10.6	187	14.8	34	11.6	77
固相率 (m ³ m ⁻³)	0.282	47	0.392	21	0.398	170	0.263	187	0.412	32	0.390	77
pH(H ₂ O)	6.01	54	5.75	35	5.92	258	6.10	194	5.61	35	7.31	78
全炭素 (gkg ⁻¹)	62.9	54	29.1	35	21.2	258	58.8	194	12.9	35	12.2	79
全窒素 (gkg ⁻¹)	4.9	54	2.2	35	2.1	258	3.9	194	1.5	35	1.5	79
CEC (cmol _c kg ⁻¹)	30.5	54	17.3	35	14.9	258	27.4	194	13.5	35	15.6	79
交換性 CaO (gkg ⁻¹)	3.92	54	2.22	35	2.16	258	3.60	194	1.09	35	3.14	79
交換性 MgO (gkg ⁻¹)	0.46	54	0.40	35	0.33	258	0.47	194	0.33	35	0.36	79
交換性 K ₂ O (gkg ⁻¹)	0.27	54	0.30	35	0.24	258	0.42	194	0.27	35	0.45	79
塩基飽和度 (%)	55	54	64	35	65	258	57	194	46	35	92	79
可給態 P ₂ O ₅ (gkg ⁻¹)	0.341	54	0.293	35	0.294	256	0.361	194	0.330	35	0.387	79
可給態 N (gkg ⁻¹)	0.188	54	0.136	24	0.119	218	0.063	187	0.024	5	0.016	9
可給態 SiO ₂ (gkg ⁻¹)	0.428	54	0.348	34	0.280	256						

注) 福岡・佐賀・宮崎・鹿児島・沖縄のデータを使用。

明らかな増加を、露地野菜・飼料畑でもやや増加の傾向を示す。水田や柑橘園では明らかな変化はない。交換性のCaO・MgO・K₂Oは茶園で明らかな増加を示す。一方、柑橘園では何れも減少傾向、飼料畑では2巡目以降交換性のMgOとK₂Oの減少、露地野菜では交換性CaOの増加、交換性MgOとK₂Oの減少の傾向を示す。水田では3巡目まで交換性のCaOとK₂Oがやや増加傾向にあったが、4巡目では頭打ち又はやや減少に転じている。これらの結果、塩基飽和度は露地野菜では明らかな増加、飼料畑や柑橘園では減少傾向を示す。また、塩基飽和度はCECと交換性塩基の明らかな増加を示した茶園ではやや減少傾向を示すが、水田や普通畑では明らかな変化は見られない。可給態P₂O₅は何れの地目でも増加傾向にあり、特に茶園での増加が大きい。可給態Nは柑橘園では2巡目以降減少傾向にあるが、水田や飼料畑では明らかな変化はない。水田の可給態SiO₂は巡目によるばらつきが大きいが、全体としては減少傾向にあるものと思われる。普通畑で多くの化学性において4巡目に急激な減少が認められるが、この理由は分からぬ。地目の区分で普通畑は露地野菜と飼料畑を除く畑として区分されているが、3巡目までのデータは露地野菜や飼料畑を含んでいるのかもしれない。

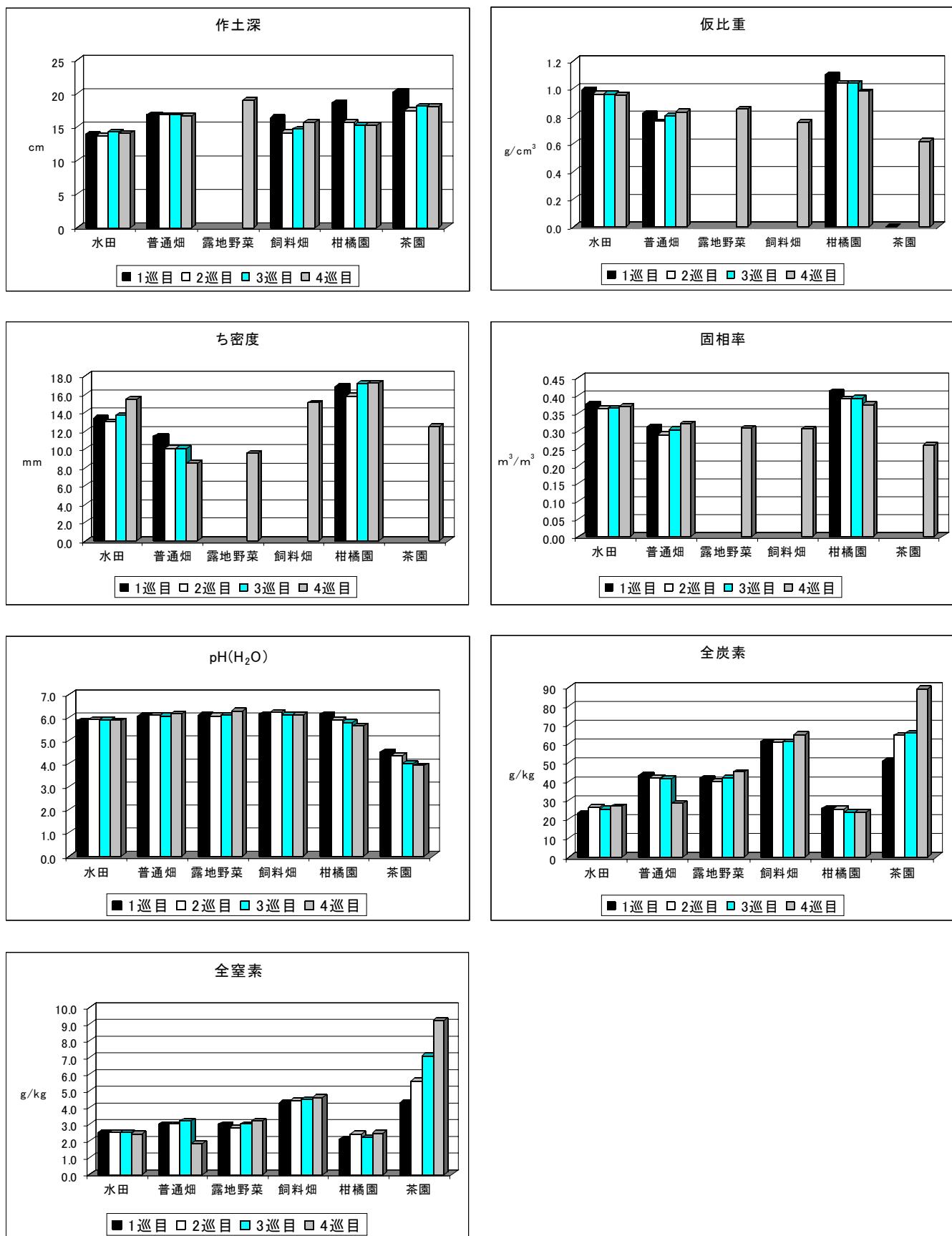
2. 土壤群別土壤理化学性の実態と変化

九州沖縄地域における水田及び畑（普通畑・露地野菜

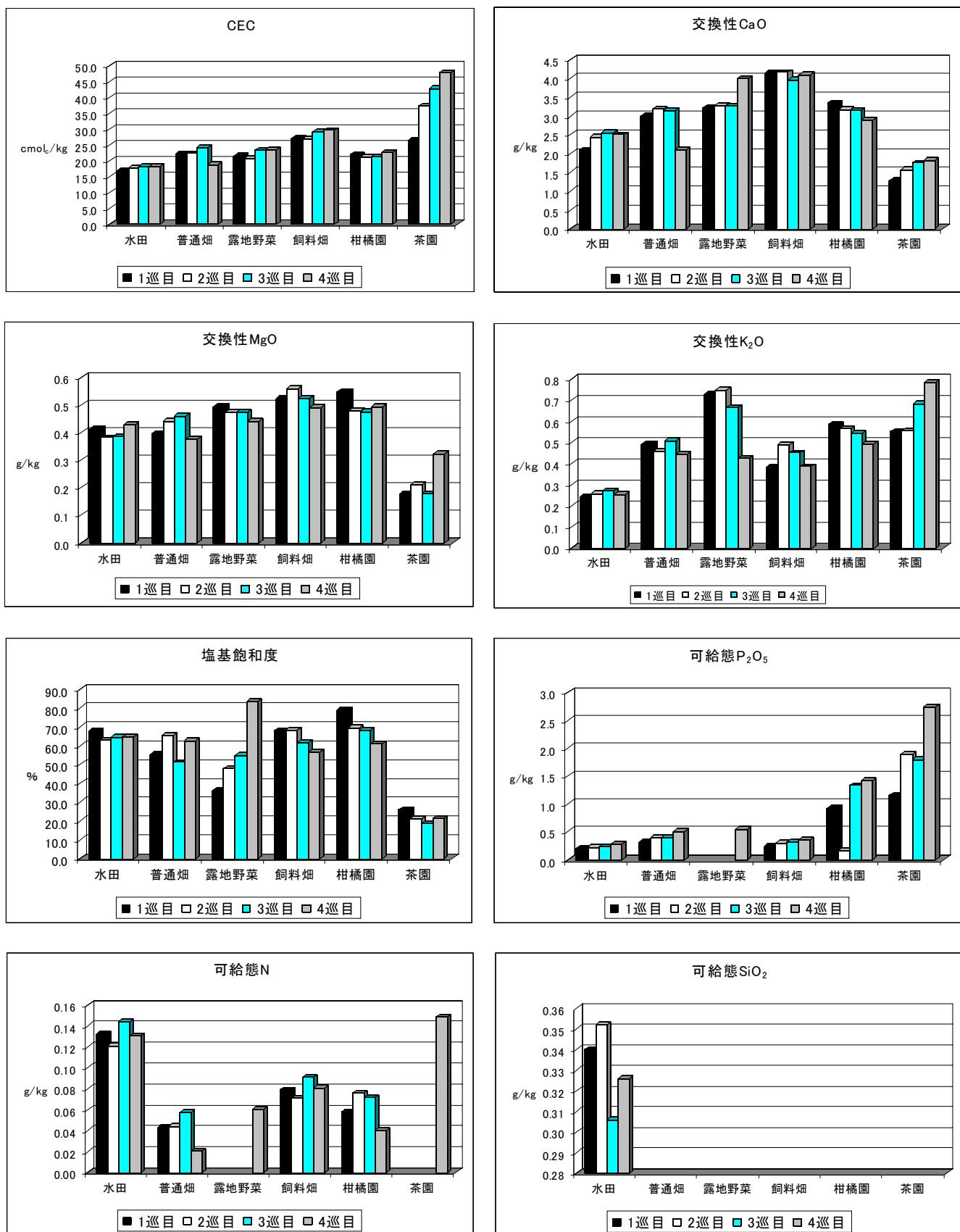
・飼料畑）の主要土壤群別にみた定点調査4巡目の作土の理化学性を第2表に示した。土壤群別の区分が得られた福岡、佐賀、宮崎、鹿児島、沖縄のデータを使用した。土壤群別のデータの個数は3巡目までに用いられたデータ個数よりかなり少なくなっている。また、畑では黒ボク土を除き沖縄の土壤が占める割合が、黄色土で35点中30、暗赤色土で79点中70と非常に高く、作土深のように沖縄のこれらの土壤の特異な性質の影響を強く受けている項目もある。

第2図に九州沖縄地域における20年間の定点調査による水田及び畑の主要土壤群別の作土の理化学性の変化を示した。3巡目までに利用されたデータは九州沖縄全県のものである。

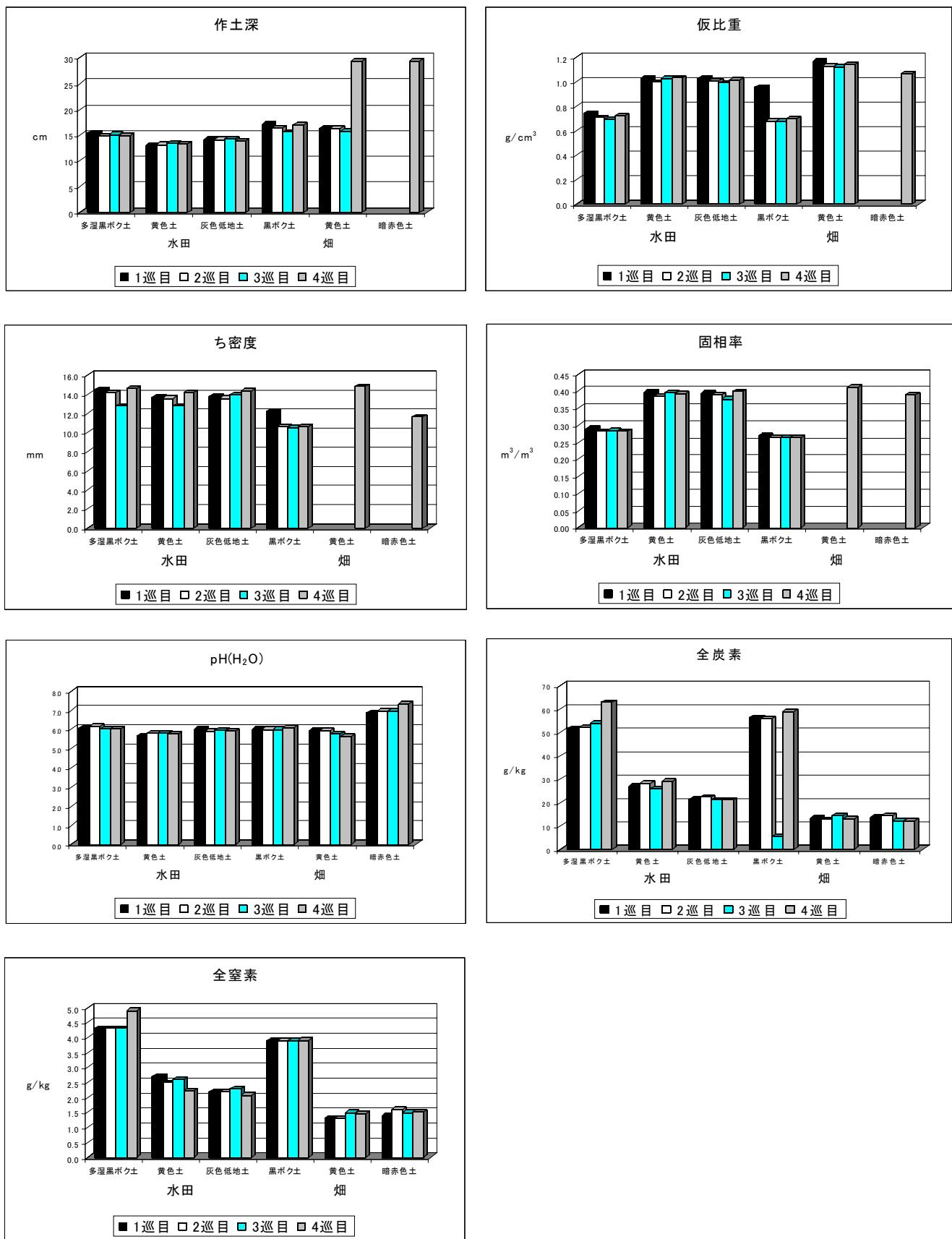
土壤群別に平均値を見ると、作土深は黒ボク土（畑）・黄色土（畑）>多湿黒ボク土（水田）>灰色低地土（水田）>黄色土（水田）の順に浅い傾向があり、畑では土壤群による大きな違いはない。ただし、沖縄県の土壤の作土深が他県に比べかなり深いため、4巡目ではその比率の高い黄色土と暗赤色土で作土深が非常に大きくなっている。仮比重・固相率は黄色土（畑）・暗赤色土（畑）>黄色土（水田）・灰色低地土（水田）>多湿黒ボク土（水田）・黒ボク土（畑）の順に小さい。ち密度は水田では土壤群別の大いな違いはなく、畑では黄色土で黒ボク土や暗赤色土より大きい傾向がある。pH(H₂O)は、暗赤色土（畑）>多湿黒ボク土（水田）・灰色低地土（水



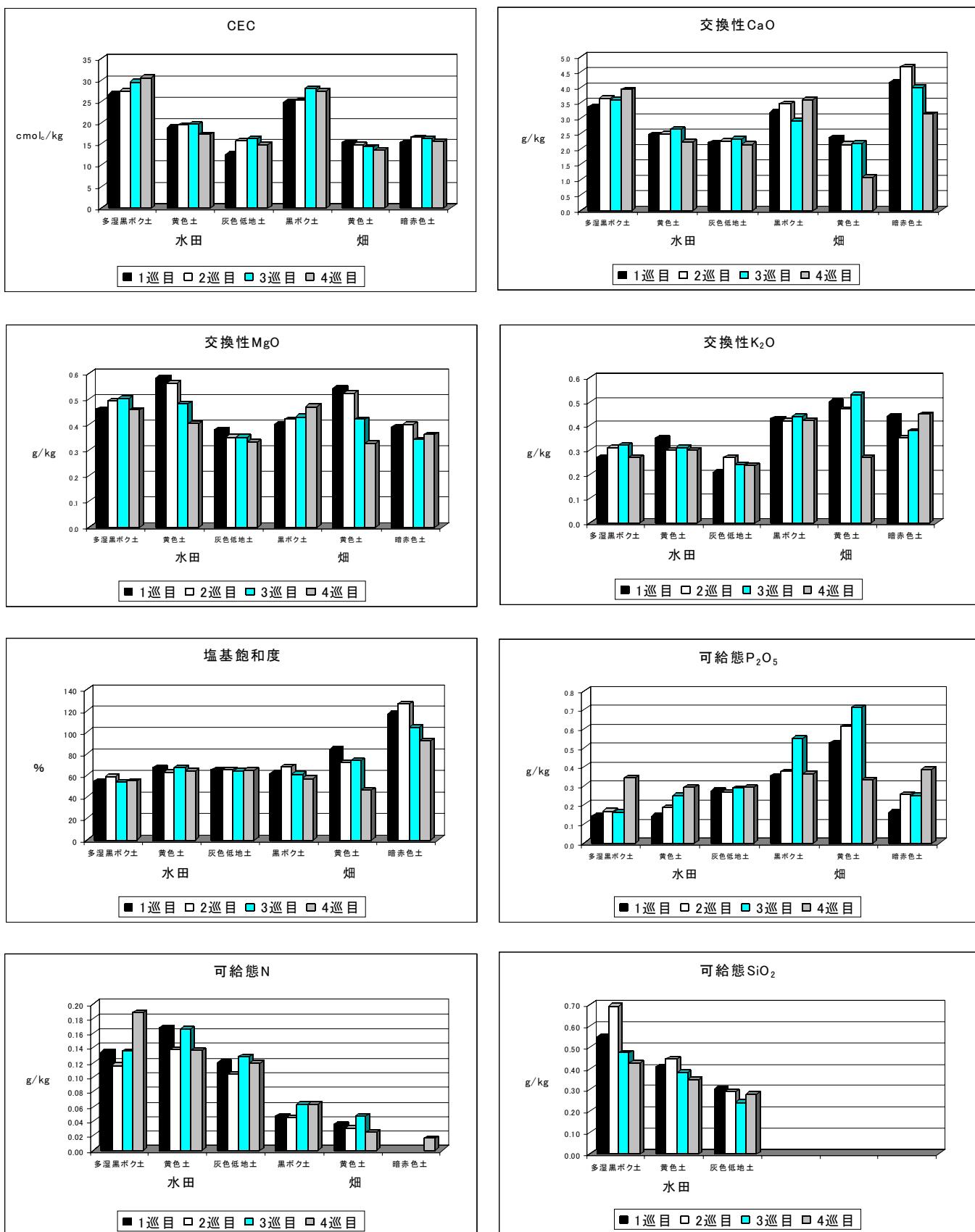
第1図 九州沖縄地域の定点調査による地目別にみた作土の理化学性の変化（その1）



第1図 九州沖縄地域の定点調査による地目別にみた作土の理化学性の変化（その2）



第2図 九州沖縄地域の主要土壤群別にみた作土の理化学性の変化（その1）



第2図 九州沖縄地域の主要土壤群別にみた作土の理化学性の変化（その2）

田)・黒ボク土(畑) > 黄色土(水田・畑) の巡に小さい傾向があり、暗赤色土では7付近、黄色土で5.7付近にある。全炭素や全窒素は、黒ボク土(畑)・多湿黒ボク土(水田) > 黄色土(水田) > 灰色低地土(水田) > 黄色土(畑)・暗赤色土(畑) の順に少ない。当然ながら多湿黒ボク土と黒ボク土で明らかに多い。CECは多湿黒ボク土(水田)・黒ボク土(畑) > 黄色土(水田) > 灰色低地土(水田)・黄色土(畑)・暗赤色土(畑) の順に少ない。水田・畑の土壤群はともに全炭素とほぼ同じ傾向を示す。水田では交換性CaOは多湿黒ボク土 > 黄色土 > 灰色低地土の順に少ないのに対し、交換性MgOとK₂Oは黄色土 > 多湿黒ボク土 > 灰色低地土の順に少なくなっている。黄色土で交換性MgOとK₂Oの割合が高い。畑では交換性CaOは暗赤色土 > 黒ボク土 > 黄色土の順に少ないのに対し、交換性MgOとK₂Oは黄色土 > 黒ボク土 > 暗赤色土の順に少なくなっている。やはり黄色土で交換性MgOとK₂Oの割合が高く、暗赤色土で低い。塩基飽和度は暗赤色土で高く飽和状態にあり、他の土壤では水田・畑にかかわらずほぼ60%付近にある。可給態P₂O₅は3巡目までの結果では大きな土壤群間差が見られ、黄色土(畑) > 黒ボク土(畑) > 灰色低地土(水田)・暗赤色土(畑) > 黄色土(水田) > 多湿黒ボク土(水田) の順に少ないが、4巡目ではその差が縮まっている。可給態Nは、水田では多湿黒ボク土・黄色土で灰色低地土より多く、何れも畑土壤に比べて明らかに多い。畑では黒ボク土 > 黄色土 > 暗赤色土の順に少ない傾向がある。水田の可給態SiO₂は、多湿黒ボク土 > 黄色土 > 灰色低地土の順に少ない。多くの理化学性において、土壤群間差は4巡を通して変わらない。

土壤群別に20年間の作土の理化学性の変化を見ると、土壤深は水田の各土壤群及び畑の黒ボク土では明らかな変化はない。しかし、黄色土では4巡目に急激に大きくなっている。これは作土深が特異的に大きい沖縄の土壤の割合が3巡目までより高いためと思われる。仮比重・

固相率・ち密度は、何れの土壤でも大きな変化は見られない。pH(H₂O)は畑の黄色土で減少、暗赤色土で増加する傾向が見られる。他は明らかな変化はない。全炭素・全窒素は多湿黒ボク土(水田)で増加傾向が見られるが、他では大きな変化はない。CECは多湿黒ボク土(水田)や黒ボク土(畑)で増加傾向が見られる。水田の黄色土と灰色低地土でも3巡目までやや増加傾向にあったが、4巡目では減少している。畑の黄色土と暗赤色土では3巡目以降減少しているかもしれない。交換性CaOは、多湿黒ボク土(水田)や黒ボク土(畑)で増加傾向があるのに対して、畑の黄色土と暗赤色土では減少傾向、水田の黄色土と灰色低地土では3巡目までのやや増加傾向から4巡目で減少している。一方、交換性MgOやK₂Oは黄色土(水田・畑)と灰色低地土(水田)では減少傾向、多湿黒ボク土(水田)、黒ボク土(畑)、暗赤色土(畑)では増加ないし横ばいの傾向を示す。これらの結果、塩基飽和度は水田の各土壤群では横ばい、畑の各土壤群では減少の傾向を示す。可給態P₂O₅は水田の各土壤群及び畑の暗赤色土では明らかな増加を示すが、畑の黒ボク土と黄色土では3巡目までに明らかに増加してきたものが4巡目で急激に低下している。この原因は分からぬ。可給態Nは巡目によるばらつきが大きく、明らかな変化はないが、多湿黒ボク土(水田)と黒ボク土(畑)でやや増加傾向があると思われる。可給態SiO₂は水田の各土壤群で明らかに減少している。

引用文献

- 1)九州農業試験場生産環境部土壤特性研究室・九州農政局生産流通部農産普及課：九州沖縄の過去15年間の農耕地土壤の変化、九州・沖縄地域における土壤の実態と変化、p. 1~22 (1995)

(鹿児島大学農学部 浜崎忠雄)

(3) 土壤資源評価（沖縄に分布する特殊土壤）

1. はじめに

沖縄県は我が国の最南端に位置し、年平均気温が沖縄島北部の名護市で21.4℃、石垣島の石垣市で23.7℃を示し、本県内の1月の平均気温は15℃以上を示して暖かいことで知られている。また、年平均降水量は南大東島の1,700mmから西表島の2,500mmの範囲にわたり、5~6月の梅雨期と8~10月の台風期には降水量が多い。特に、年平均湿度は78~81%で年間を通じて高く、基幹作物として熱帯作物であるサトウキビの他に、熱帯果樹のパインアップル、マンゴーやパパイヤ等が栽培されている。本県に分布する特殊土壤は、沖縄方言による「ジャーガル」、

「島尻マージ」、「国頭マージ」と呼称され、古くから各土壤の特性による違いで分類し利用されている。また、各地域の低地に出現する地形の特徴を反映して通年、あるいは季節的な表面水や地下水の影響による還元的微候を示す発達程度の弱い「沖積土」も分布している。以上の特殊土壤に関する呼称の由来と共に、島嶼別も含めて地理的な特徴、土壤の生成・分類、一般理化学性および粘土鉱物組成等については、これまでに多数報告されている^{1~6), 10, 11)}。ここでは、沖縄の特殊土壤に関する一般理化学性や粘土鉱物組成の概要を述べ、これらの土壤の20年間における定点調査結果から得られた知見について述べる。さらに視点を変えて、国頭マージ造粒体の施工による作土改良法の提案を目的に、人工土壤（造粒体）として製造した試作土の理化学性および栽培適性についても述べる。

2. 沖縄の特殊土壤の理化学性

沖縄県では1975年度から3年間、県内の耕地土壤の性質から土壤の生産力を評価するため、集中的に地力保全基本調査事業が行われた⁹⁾。同事業の調査手法の「土壤生産力可能性分級」によれば、畑土壤の等級面積の99%のうちⅢ等級が74%とⅣ等級が25%を占め、他方の水田土壤もⅢ等級が97%を占めいずれも不良土壤に属している¹⁾。ここでは既往の研究成果¹⁾の沖縄島土壤と離島土壤を一つにまとめ、作土と下層土別に分け第1表に示して概説する。

1) ジャーガル

第1表 沖縄島離島を含む沖縄の特殊土壤の理化学性（平均値）

土 壤	土 層	腐植 gkg ⁻¹	全炭素 gkg ⁻¹		全窒素 gkg ⁻¹		C/N		粒径組成 (kgkg ⁻¹)				pH H ₂ O	pH KCl (cmol _{kg} ⁻¹)	C E C	交換性塩基 (cmol _{kg} ⁻¹)				塩基飽和度 (%)	リノ酸吸収係数
			全炭素 gkg ⁻¹	全窒素 gkg ⁻¹	粗砂	細砂	シルト	粘土	Ca	Mg	K	Na				Ca	Mg	K	Na	gkg ⁻¹	
ジャーガル (灰色台地土)	作 土	21	12	1.4	10	0.01	0.17	0.43	0.40	7.0	6.7	21	35	3.1	0.4	0.5	186	9.26			
	下層土	10	6	0.8	8	0.01	0.17	0.41	0.42	7.3	6.8	19	34	3.7	0.2	0.8	204	10.68			
島尻マージ (暗赤色土)	作 土	25	14	2.5	10	0.04	0.17	0.34	0.50	6.8	6.3	18	21	2.0	0.6	0.4	133	9.06			
	下層土	15	9	1.1	11	0.03	0.13	0.25	0.60	6.9	6.4	17	12	1.8	0.3	0.5	86	10.17			
国頭マージ (赤色土&黄色土)	作 土	17	10	0.9	12	0.14	0.35	0.23	0.28	5.2	4.5	12	5	1.0	0.3	0.3	55	5.75			
	下層土	6	4	0.6	7	0.14	0.40	0.20	0.27	5.2	4.5	11	3	1.1	0.2	0.3	42	6.22			

母岩の泥灰岩（沖縄方言でクチャと呼称）が風化して生成し、灰色およびその近似色を呈する土壤を「ジャーガル」と称する。沖縄島では中・南部の台地や低地に広く分布し、県内で最も肥沃な土壤として知られている。他方、本土壤は地力保全基本調査事業を通じて「灰色台地土・石灰質」の土壤統群に分類され、「陸成未熟土」の呼称名でも分類されている⁸⁾。他方の分類では、泥岩・泥灰岩の粘土質堆積岩に由来し、土壤表面から100cmまたは基岩までの全層位で粘土含有率0.30kgkg⁻¹以上、乾燥状態で収縮して幅広い垂直方向の亀裂を生じる特徴から、「未熟土大群」の「非固結岩屑土」に分類されている⁷⁾。

一般に、ジャーガルの腐植含有率は作土で21gkg⁻¹を示して下層土ではその1/2量を示し、いずれも島尻マージよりは低いが国頭マージよりやや高い傾向を示す。全炭素含有率は作土では12gkg⁻¹、下層土ではその1/2量を示す。また、全窒素含有率も作土で1.4gkg⁻¹、下層土でその約1/2量を示して類似の傾向が見られる。炭素率は10以下で作土のほうがやや高い傾向を示し、国頭マージの傾向に類似する。粒径組成には作土と下層土間でほとんど差異が見られず、特にシルト含有率が他の二土壤に比べて高い特徴を示す。作土と下層土のpH (H₂O) は7.0と7.3（大抵は8.0前後¹⁰⁾）の中性付近（大抵はアルカリ性⁹⁾）でいずれも他の二土壤に比べて高く、下層土ほどアルカリ性を示す。また、陽イオン交換容量 (CEC) は作土と下層土で19~21cmol_{kg}⁻¹といずれも他の二土壤より高く下層土でやや低い特徴を示す。本土壤の高いCEC値は粘土画分に含まれるモンモリロナイトに起因することが知られている。そして、交換性Ca量は作土と下層土で34~35cmol_{kg}⁻¹とほぼ近似してCEC値を大きく上回り、海成堆積物に由来する炭酸カルシウムに起因して200%前後の高い塩基飽和度を示す。交換性Mg量は作土と下層土のいずれも交換性Ca量のほぼ1/10程度で、他の二土壤より1~2cmol_{kg}⁻¹程度高く下層土ほどやや高い値を示す。交換性のK量とNa量はいずれも1cmol_{kg}⁻¹以下の特徴を示す。また、リン酸吸収係数は作土と下層土でそれぞれ約9gkg⁻¹と11gkg⁻¹を示し、島尻マージの値と傾向には近似して、国頭マージよりはかなり高い特徴を示す。粘土画分にはモンモリロナイトと共に、イライトとカオリナイトが主要

鉱物として随伴することが知られている¹⁰⁾。

2) 島尻マージ

珊瑚石灰岩（コーラル）の母岩が風化して生成し、赤褐色またはやや黒色味の強い赤褐色土壤を「島尻マージ」と称している。白色や淡黃白色の母岩の主成分は0.95kg kg⁻¹以上の高純度の炭酸カルシウムであることが知られている。また、本土壤は沖縄島の中・南部の丘陵地に広く、特に宮古島のほぼ全域に分布して、沖縄県内ではジャーガルに次ぐ肥沃な土壤として知られている。地力保全基本調査事業を通じて、本土壤は「暗赤色土」の土壤群に分類され、地表から1m以内での珊瑚石灰岩基岩の有無、さらに土色が赤色系か黄色系かの両土壤群に大きく分類されている⁸⁾。また、別の分類法⁷⁾では交換性塩基含量が高く土壤反応が中性から弱アルカリ性を示し、石灰岩あるいは石灰質堆積物に由来する成熟土壤で塩基和度50%以上の風化変質層を有してモリック層を持つ「表層暗色石灰質土」、風化変質層の土色の色相が5YRまたはそれより赤色の「赤褐色石灰質土」、および両者の特徴を示さない他の「黄褐色石灰質土」としても分類されている。

島尻マージの腐植含有率は作土と下層土で25gkg⁻¹と15gkg⁻¹を示し、それぞれ他の二土壤より高く下層土で低い特徴を示す。そして、作土と下層土では全炭素含有率がそれぞれ14gkg⁻¹と9gkg⁻¹、全窒素含有率が2.5gkg⁻¹と1.1g kg⁻¹を示し、それぞれ他の二土壤よりいずれも高い傾向を示す。また、作土と下層土の炭素率はいずれも10~11程度を示す。粒径組成では特に粘土含有率が他の二土壤より高く、作土より下層土で高い傾向を示す。pH (H₂O)は作土と下層土でいずれも6.8~6.9の中性に近い弱酸性を示す。作土と下層土のCECはいずれも17~18cm₂kg⁻¹であり、ジャーガルの下層土よりやや低い値を示す。また、作土では交換性Ca量が21cm₂kg⁻¹、下層土ではその1/2量の低い値を示して表土における珊瑚石灰岩の影響を示唆する。交換性Mg量は作土と下層土でいずれも約2cm₂kg⁻¹を示し、ジャーガルよりはいずれも1cm₂kg⁻¹程度低く国頭マージよりは高い傾向を示す。他の二土壤の作土の交換性K量に比べ0.6cm₂kg⁻¹とやや高く、下層土ではその1/2量を示す。交換性Na量は作土と下層土でいずれも0.5cm₂kg⁻¹である。作土と下層土におけるリン酸吸収係数の値と傾向はいずれもジャーガルに類似する。本土壤の主要粘土鉱物組成はバーミキュライト-クロライト中間種鉱物、イライトおよびカオリナイトであることが知られている¹⁰⁾。

3) 国頭マージ

粘板岩や砂岩および国頭礫層の母岩が風化を受けて生成した赤色または黄色の土壤を「国頭マージ」と称している。本土壤は沖縄島中・北部の山地や丘陵地に広く分布し、県内では最も肥沃度の低い土壤として知られてい

る。また、重粘土壤の性質を有し雨水による土壤侵食を受けやすく、海洋汚染の影響因子としても知られている。地力保全基本調査事業では「赤色土」と「黄色土」の土壤群に分類され、基岩の存在、土壤粒度の粗細、土壤断面の斑紋、母岩の違い等で複数の土壤群に分類されている⁸⁾。他方⁷⁾、「赤黄色土」の大土壤群に分類され、土壤群の一つは有機物含有率の低い赤色または黄色土層が浅く出現し、塩基飽和度が低く粘土の移動集積が認められ、土壤表面から1m以内に粘土集積層を有する「粘土集積質赤黄色土」に分類されている。その土壤群には水田表層、土壤表面から10~100cm間に塩基飽和度50%以上の土層、漂白層、土壤表面から50cm以内あるいは50cm以深に表面水による湿性特徴を示す土層、色相が5YRまたはそれより赤色で明度/彩度が4/3、4/4、3/6の粘土集積層を有する等の複数の「粘土集積質赤黄色土」が含まれる。他の土壤群は上記以外で「典型粘土集積質赤黄色土」あるいは「普通赤黄色土」として分類されている⁷⁾。

国頭マージの腐植含有率は作土で17gkg⁻¹、下層土でその1/3と低く他の二土壤に比べても低い特徴を示す。全炭素含有率は作土で10gkg⁻¹、下層土でその1/2以下、作土と下層土の全窒素含有率はいずれも1gkg⁻¹以下を示して、炭素率はジャーガルに近似する傾向を示す。粒径組成は作土と下層土間で差異が見られず、粗砂と細砂の合計は約0.5kgkg⁻¹を占め、細砂含有率が他の二土壤より高く粘土含有率が最も低い特徴を示す。また、作土と下層土のいずれもpH (H₂O)は5.2の強酸性で類似し、他の二土壤に比べて低い特徴を示す。CECは作土と下層土で12cm₂kg⁻¹程度を示し他の二土壤に比べて最も低い傾向を示す。本土壤のCEC値が低いのは腐植や粘土の含有率がいずれも少ないと理解されている。そして、交換性Ca量も低く、作土と下層土のいずれも3~5cm₂kg⁻¹でCEC値の1/2以下である。また、交換性Mg、KおよびNaの各量のいずれも作土と下層土で近似して1cm₂kg⁻¹以下、塩基飽和度も約50%を示す。リン酸吸収係数は作土と下層土で6gkg⁻¹前後と近似し他の二土壤よりは低い傾向を示す。また、国頭マージの主要粘土鉱物組成は島尻マージの組成によく類似することも知られている¹⁰⁾。

3. 定点調査（20年間）による理化学性の変化

沖縄の特殊土壤の理化学性について定点調査が行われ、作土を中心に1巡目（1979~1982年）、2巡目（1984~1987年）、3巡目（1989~1992年）および4巡目（1994~1997年）までの結果が取りまとめられている。ここでは上述の沖縄の特殊土壤だけの結果を一部手直して第2表に示した。そして、本県の土壤条件の維持すべき目標値としての土壤診断基準（案）⁹⁾を拠り所に、サトウキビ畑や露地野菜畑の視点で概観した。

1) ジャーガル

第2表 定点調査から見た沖縄の特殊土壌の理化学性

項目	ジャーガル(灰色台地土・n=21)				島尻マージ(暗赤色土・n=69)				国頭マージ(赤色土&黄色土・n=53)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
作土深(cm)	23.0	29.9	26.0	28.2	30.4	32.0	33.7	31.3	30.3	32.9	34.0	30.2
pH(H ₂ O)	8.2	8.1	8.1	7.9	7.1	7.4	7.4	7.4	5.2	5.4	5.6	5.5
腐植(gkg ⁻¹)	16	21	17	16	24	24	21	22	21	19	17	24
全炭素(gkg ⁻¹)	9.4	12.3	10.0	9.5	14.0	13.9	12.1	12.9	12.0	11.2	10.1	14.0
全窒素(gkg ⁻¹)	0.81	1.14	1.21	1.13	1.46	1.49	1.57	1.62	1.10	1.15	1.23	1.45
炭素率(C/N)	11.75	10.79	8.26	8.41	9.59	9.33	7.71	7.96	10.91	9.74	8.21	9.66
CEC(cmol _c kg ⁻¹)	18.6	19.6	19.0	17.8	14.7	16.2	15.9	15.8	12.1	14.4	12.3	13.2
交換性Ca(cmol _c kg ⁻¹)	30.03	33.56	24.22	31.17	15.34	17.55	16.01	14.02	4.16	4.37	3.93	3.39
交換性Mg(cmol _c kg ⁻¹)	3.23	2.68	3.47	3.42	1.94	2.08	1.89	1.89	1.44	1.19	0.99	1.47
交換性K(cmol _c kg ⁻¹)	0.91	0.66	0.93	0.96	1.02	0.79	0.83	1.00	0.62	0.51	0.54	0.59
可給態リン酸(gkg ⁻¹)	0.267	0.360	0.606	0.654	0.283	0.436	0.537	0.662	0.140	0.277	0.283	0.584
2層目硬度(mm)	19.4	18.8	18.2	19.2	22.4	22.5	20.6	21.9	20.7	21.4	20.1	21.3
仮比重(gcm ⁻³)	1.252	1.234	1.164	1.180	1.127	1.082	1.070	1.060	1.111	1.130	1.135	1.119
固相率(m ³ m ⁻³)	0.459	0.463	0.439	0.424	0.408	0.397	0.395	0.386	0.401	0.409	0.423	0.409

1~4巡の各値は5年間ごとの平均値。

腐植含量(gkg⁻¹)は全炭素(gkg⁻¹)×1.724で算出。

可給態リン酸はトルオーグリン酸。

平成10年度土壤保全対策事業成績抄録(沖縄県農業試験場、1999年5月)。

基準案の作土深はサトウキビ畑40cm、露地野菜畑20cmである。前者の結果(23~30cm)はそれより低く、後者は2巡目以降27cm程度で高く推移している。pH(H₂O)は基準案の7.0~8.0を示して20年間変化せずに推移している。基準案の腐植含有率は20~30gkg⁻¹であり、全炭素含有率から算出した含有率では20年間16~17gkg⁻¹程度で低く推移している。また、全窒素含有率は1gkg⁻¹前後ではなくとんど蓄積せずに推移している。そして、炭素率は当初の約12から3~4巡目にかけて約8まで低下している。基準案のCEC値は25cm_ckg⁻¹以上であり、当初の19cm_ckg⁻¹前後のまま20年間ほとんど変化せずに推移している。また、交換性Ca量の基準案はCEC値と同一であり、当初の30cm_ckg⁻¹前後で変化せずに高く推移している。基準案の交換性Mg量は3~6cm_ckg⁻¹で、当初から下限の3cm_ckg⁻¹よりやや高く変化せずに推移している。交換性K量の基準案は0.4~0.8cm_ckg⁻¹であり、1巡目の0.9cm_ckg⁻¹程度のやや高いまま推移している。基準案の可給態リン酸量は0.1gkg⁻¹以上であり、当初の約0.27gkg⁻¹から4巡目の0.65gkg⁻¹まで次第に増加して施肥リン酸の土壤中の蓄積を示唆している。有効根群域の最高密度の基準案は24mmであり、相当する2層目硬度は当初から20年間18~19mm程度で低く推移している。また、基準案の仮比重は1.20~1.30gcm⁻³であり当初から4巡目まで1.20gcm⁻³前後で推移している。そして、固相率は当初の約0.46m³m⁻³から4巡目の0.42m³m⁻³までやや低く推移している。

2) 島尻マージ

本土壤では基準案の作土深はジャーガルと同一であり、サトウキビ畑と露地野菜畑両者の基準案の中間値(30~34cm)で推移している。ジャーガルより低いpH(H₂O)の基準案(6.0~7.0)であるが、2巡目からは7.4のまま変化せずに高めに推移している。腐植含有率はジャーガルより高めの基準案(20~50gkg⁻¹)であり、当初から20

年間ほぼその下限値を維持している。全窒素含有率は1.5gkg⁻¹で20年間推移し、ジャーガルよりはやや高く推移している。そして、炭素率は当初の約10から4巡目の8程度まで低下している。ジャーガルより低い基準案のCEC(18cm_ckg⁻¹以上)は当初の15cm_ckg⁻¹のままやや低く20年間推移している。交換性Ca量の基準案(15~20cm_ckg⁻¹)もジャーガルより低く、当初から3巡目までは下限値のまま4巡目でやや低く推移している。また、基準案(3~5cm_ckg⁻¹)の交換性Mg量の下限値はジャーガルと同一であり、当初から約2.0cm_ckg⁻¹の低いまま20年間推移している。そして、交換性K量の基準案もジャーガルと同一であり、その上限値0.8cm_ckg⁻¹よりやや高めの0.8~1.0cm_ckg⁻¹で推移している。基準案がジャーガルと同一の可給態リン酸量は当初の約0.28gkg⁻¹から4巡目の0.66gkg⁻¹まで増加して推移し、ジャーガルと同様施肥リン酸の土壤中の蓄積傾向が見られる。また、有効根群域の最高密度の基準案もジャーガルと同一の24mmであり、相当する2層目の硬度の値は基準案よりは低くジャーガルよりはやや高いまま21mm前後で20年間推移している。基準案の仮比重はジャーガルより低い1.10~1.20gcm⁻³であり、当初から4巡目まで1.1gcm⁻³前後で推移している。固相率はジャーガルより小さく、当初の0.40m³m⁻³前後のまま推移している。

3) 国頭マージ

作土深は他の二土壤と同一の基準案であり、島尻マージに近似する30~34cmで20年間推移している。本土壤のpH(H₂O)は他の二土壤より低い基準案(5.5~6.5)であり、その下限値に近似する5.2~5.6で4巡目まで推移している。腐植含有率の基準案は島尻マージと同一であり、他の二土壤の平均値(17~24gkg⁻¹)程度の含有率で20年間推移している。また、全窒素含有率は当初の1.1gkg⁻¹から4巡目の1.5gkg⁻¹までやや増加して推移している。

第3表 人工土壌の資材配合量(kg)

資材	無機物		有機物		結合剤	
	国頭マージ	泥岩	古紙	キビ梢頭部	アレックスR	薄力粉
試作土 1	10	5	0.5	—	0.5	—
〃 6	10	5	—	0.5	0.5	—
〃 9	10	5	0.5	—	—	0.5

古 紙: 王子緑化(株)製品の市販品で王子ファイバー。

アレックスR: 王子緑化(株)製品の市販品で増粘多糖類。

薄 力 粉: 沖縄製粉(株)製品の市販品で薄力小麦粉。

造 粒 機: 北川鉄工所(株)製のペレガイアVZ-100を使用。

第4表 栽培前的人工土壌の粒径分布および耐水性団粒分布

試作土	粒径	10~5.6	5.6~3.4	3.4~2.0	2.0~1.0	1.0~0.5	<0.5
		mm					
粒径分布(kgkg^{-1})							
試作土 1		0.240	0.418	0.311	0.029	0.001	0.000
〃 6		0.438	0.331	0.220	0.011	0.001	0.000
〃 9		0.110	0.283	0.457	0.122	0.027	0.001
耐水性団粒分布(kgkg^{-1})							
試作土 1		0.251	0.383	0.194	0.022	0.028	0.122
〃 6		0.443	0.340	0.167	0.013	0.010	0.028
〃 9		0.114	0.348	0.408	0.082	0.022	0.026

第5表 栽培前的人工土壌の物理性

試作土	項目	固相	液相	気相	透水係数	圃場容水量
		$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	ms^{-1}	kgkg^{-1}	kgkg^{-1}
試作土 1		0.375	0.440	0.184	1.8×10^{-4}	0.41
〃 6		0.376	0.351	0.274	7.0×10^{-3}	0.38
〃 9		0.368	0.363	0.269	3.2×10^{-3}	0.35

そして、炭素率は10程度のまま他の二土壤の傾向とほぼ同様に推移している。本土壤のCEC基準案 ($12\text{cm}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上) は他の二土壤より低く、その下限値に近い $13\text{cm}\cdot\text{kg}^{-1}$ 前後のまま20年間推移している。また、他の二土壤より低い交換性Ca量の基準案の値 ($5\sim 10\text{cm}\cdot\text{kg}^{-1}$) は、当初からその下限値より低く4巡目ではむしろやや低めに推移している。交換性Mg量の基準案 ($1.5\sim 3\text{cm}\cdot\text{kg}^{-1}$) の上限値は他の二土壤では下限値であり、当初からそれより低い下限値で20年間を推移している。また、交換性K量の基準案は他の二土壤と異なる $0.2\sim 0.4\text{cm}\cdot\text{kg}^{-1}$ であり、その上限値よりやや高いまま4巡目まで推移している。他の二土壤と同一基準案の可給態リン酸量は、他の二土壤における施肥リン酸の蓄積傾向に類似して、当初の 0.14gkg^{-1} から4巡目の 0.58gkg^{-1} まで増加しながら推移している。また、有効根群域の最高ち密度の基準案も他の二

土壤と同一であり、相当する2層目の硬度は 21mm 程度のまま当初から20年間を推移し、島尻マージには近似してジャーガルよりはややち密である。基準案 ($0.90\sim 1.20\text{gcm}^{-3}$) の仮比重は島尻マージの下限値より低く、4巡目まで 1.12gcm^{-3} 程度のまま推移している。固相率はジャーガルよりやや小さく島尻マージには近似して $0.40\sim 0.42\text{m}^3\text{m}^{-3}$ で推移している。

4. 人工土壌による作土の改善

近年の社会生活における深刻なゴミ処理問題への対策として、生ゴミ類や産業廃棄物等を可能な限り有効資源として利活用する資源循環型社会への意識変革が求められている。ここでは、そのような社会的気運の状況下にあって沖縄の特殊土壤の理化学性を改善する目的も含め、土壤と廃棄物を

利用した造粒体による人工土壌を試作製造し、畑土壤の作土として使用する目的の研究成果について述べる。これより先に、沖縄島北部の国頭マージ圃場における沈砂池の堆積泥と古紙纖維との混合物を王子緑化(株)製品の結合剤アレックスRを用いて造粒した人工土壌では、理化学性や栽培適性に関する好ましい成果が得られている¹²⁾。

人工土壌の試作土3種類(第3表)の製造では、先ず国頭マージと泥岩を北川鉄工所(株)製の造粒機ペレガイアVZ-100で混合した後、水と結合剤アレックスRまたは水と薄力粉(沖縄製粉(株))を加えて攪拌し、最後に王子緑化(株)製品の古紙纖維(王子ファイバー)またはサトウキビ梢頭部を加えて混合しながら粒径 10mm 以下の造粒体に仕上げた。各試作土の物理性として、組篩による粒径分布と同一の組篩による水中での40分間上下振盪後の耐水性団粒分布との比較では、粒径 1mm 以下の細粒子画分に若干の増加を示す試作土1もあるが、全般に耐水性で崩壊しにくい造粒体の特徴を示した(第4表)。また各試作土の三相分布、透水係数および圃場容水量の結果では、いずれの試作土も固相率が $0.37\text{m}^3\text{m}^{-3}$ 程度の小さい多孔質で、圃場容水量は $0.35\sim 0.41\text{kgkg}^{-1}$ を示して

透水性や保水性に優れる特徴を有した(第5表)。各試作土の化学性(第6表)では、サントウサイ栽培前の各試作土はpH (H_2O) 7.9 程度の弱アルカリ性、CEC値 $7.3\sim 10.7\text{cm}\cdot\text{kg}^{-1}$ 程度を示したが、可給態リン酸量と共に有機物の全炭素と全窒素の両含有率にも違いが見

第6表 栽培前および2作後の人工土壌の化学性

試作土	pH	CEC	交換性 塩基 ($\text{cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$)			可給態リン酸	全炭素	全窒素
	H_2O	$\text{cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$	Ca	Mg	K	gkg^{-1}	gkg^{-1}	
栽培前								
試作土 1	7.9	7.33	49.67	2.79	0.27	0.0039	25.0	0.5
〃 6	7.8	7.94	49.79	3.02	0.90	0.0104	23.5	0.8
〃 9	7.9	10.70	43.64	2.98	0.32	0.0527	36.3	1.0
栽培2作後								
試作土 1	8.1	10.00	50.00	2.19	0.18	0.0281	18.7	0.6
〃 6	8.1	9.98	50.18	2.08	0.42	0.0354	12.0	0.7
〃 9	7.9	9.89	44.81	2.10	0.30	0.0817	20.9	1.1

第7表 人工土壤におけるサントウサイの収量

試作土	収量	1作目(g pot ⁻¹)		2作目(g pot ⁻¹)	
		新鮮重	乾物重	新鮮重	乾物重
試作土 1	11.8	1.5	73.8	5.0	
" 6	32.1	2.5	77.7	4.9	
" 9	2.6	0.3	53.0	2.8	
(原 土)	69.4	5.7	1.9	0.2	

原土:国頭マージ

られた。栽培試験は1/5000aワグネルポットを用い、1作目では尿素入り粒状複合肥料804号の粉末1gkg⁻¹、2作目では単肥の尿素、過石および塩化カリの0.62、0.53および0.13gkg⁻¹を各元肥として試作土に加え、サントウサイの種子10粒を播種し20日後に3株残して間引き、計35日間の栽培後に収穫した。栽培2作後の各試作土の化学性は栽培前とほぼ類似する傾向を示すと共に、約2.1cm²kg⁻¹の交換性Mg量、0.2~0.4cm²kg⁻¹の交換性K量および全炭素含有率(約12~21gkg⁻¹)を除く各項目の値は全般にやや高まる特徴も示した(第6表)。また、対照の原土(新鮮重69.4gpot⁻¹)に比べ各試作土におけるサントウサイの1作目収量(新鮮重3~32gpot⁻¹)は劣るが(第7表)、2作目収量(新鮮重53~78gpot⁻¹)ではいずれも優る特徴を示した。そして、古紙纖維に代わる破碎したサトウキビ梢頭部で絡めた試作土6のほうが特に優れた。

上述したように、国頭マージ造成畑の作土は理化学性が不良であり、特に雨水による分散性が高く、土壤侵食を受けて赤土流出しやすい特徴を有する。そこで、国頭マージの作土の理化学性を改善し流出土量を抑制すると共に熟畑化を促進する方策として、人工土壤を製造して表土に施工する改善対策法を提案したい。作土の土壤と古紙纖維とを混合した造粒体の人工土壤は、耐水性の多孔質に製造することが可能であり、沖縄の特殊土壤における理化学性の改善対策に有効利用できると考える。

5. おわりに

沖縄に分布する3種類の特殊土壤に関する既往の一般理化学性について従前の特徴を概説すると共に、20年間の定点調査による理化学性の推移についても本県の土壤診断基準案を拠り所にして概観した。いずれの特殊土壤でも、当初からの理化学性はほとんど現状維持のままで推移したが、特に可給態リン酸含有率には増加する傾向が認められ、施肥リン酸の土壤中への蓄積が示唆された。これらの結果から、「土壤生産力可能性分級」によるIII等級およびIV等級のいわゆる不良土壤である畑土壤の99%はその不良要因の解決に未だ至ってなく、沖縄の特殊土壤には改善すべき課題が多く残されている。その課題に関連して、国頭マージとジャーガル母材の泥岩とを古紙纖維等で絡めて造粒し、薄力粉等の結合剤で結合した人工土壤の試作土の特性について述べた。そし

て、作土の理化学性を改善し流出土の発生源対策も意図して、人工土壤による表土の改良対策を提案した。なお、人工土壤の機能は土壤表土の耐水食性および作物栽培適性等の要望に応じて、オーダーメードの特性を付与した造粒体(人工土壤)の製造が可能であると考えている。

引用文献

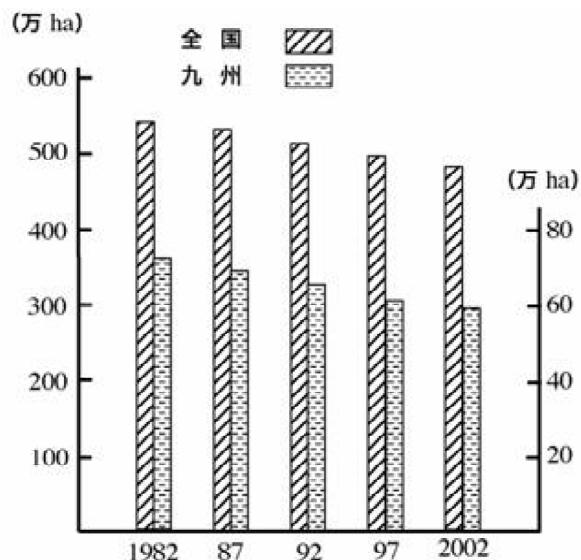
- 足立嗣雄ら: 主要土壤群の生産的特性、沖縄県に分布する特殊土壤の生産的特性、九農試研究資料、60, 1~35 (1981)
- 浜崎忠雄: 南西諸島の母材と土壤、ペドロジスト、23, 43~57 (1979)
- 石原暁: 土壤の理化学性と地力、熱帶農研集報、51, 21~26 (1985)
- 小林嵩ら: 南西諸島の土壤に関する研究、1、琉球列島の土壤について、鹿大農学報、16, 11~55 (1966)
- 松坂泰明ら: 沖縄本島・久米島の土壤の分類について、農技研報、B22, 305~404 (1971)
- 永塚鎮男: 土壤の生成と分布、熱帶農研集報、51, 14~21 (1985)
- 日本ペドロジー学会第四次土壤分類・命名委員会: 日本の統一的土壤分類体系-第二次案(2002), p. 1~90, 博友社, 東京 (2003)
- 農耕地土地分類委員会: 農耕地土地分類-第3次改訂版-, 農環研資料、17, 26~27 (1995)
- 大城喜信ら: 地力保全基本調査総合成績書、沖縄県農業試験場、p. 276~278 (1979)
- 渡嘉敷義浩: 沖縄に分布する島尻マージおよびジャーガルの土壤特性、ペドロジスト、37, 99~112 (1993)
- 渡嘉敷義浩ら: 沖縄本島における造成土壤の表土とその流出土の物理性、土肥誌、65, 115~125 (1994)
- 渡嘉敷義浩: 沖縄島北部における造成圃場の土壤化性と人工土壤による改良対策、圃場と土壤、7, 22~26 (2001)

(琉球大学 渡嘉敷義浩)

(4) 農地の利用状況

1. 農耕地面積の推移

2002年における全国の農耕地面積（第1図）は479万haで20年前の88%に減少している。九州の農耕地面積は8.6万haで、20年前の83%に減少しており、全国に比べて減少割合は大きい。そのため農耕地面積の全国対比は13.1%から12.3%に低下している。九州における農耕地面積の減少割合を見ると、1年の平均減少面積は約6千haで推移してきたが、近年では5千ha台に鈍化している。



第1図 農耕地面積の推移

九州各県の最近20年間における農耕地面積の減少割合は佐賀県(23.0%)と長崎県(24.6%)が比較的大きい。鹿児島県(12.9%)と沖縄県(11.1%)は全国の平均減少割合である12%にほぼ匹敵している。現時点で10万ha以上の農耕地を保有する県は熊本県と鹿児島県の2県である。

2. 農耕地面積の利用状況

1) 作物の作付け延べ面積

九州の農耕地の種類別面積割合は本誌の九州・沖縄農業の動向（I-1-3）に記載されている。農耕地における作物の作付面積割合を第1表に示した。稲の作付面積割合は福岡県、佐賀県、大分県の北部九州で高く、沖縄県では農耕地の大部分が畑地である。飼肥料作物は畜産の盛んな宮崎県、鹿児島県等で割合が高くなっている。果樹の面積割合は長崎県、熊本県、大分県で10%以上を占めている。鹿児島県では、かんしょ(10%)、工芸作物(17%)が特徴的である。沖縄県では工芸作物（主にサトウキビ）の栽培面積が大きい。

2) 耕地利用率

耕地利用率（耕地面積に対する作付け延べ面積の割合）を見ると、九州・沖縄は気候資源に恵まれ、耕地利用率は全国平均に比べて高いが、近年は低下傾向にある。耕地利用率が100%以上の県は福岡県、佐賀県、宮崎県、鹿児島県で、その内、佐賀県、宮崎県が全国の1、2位を占めている（第1表）。

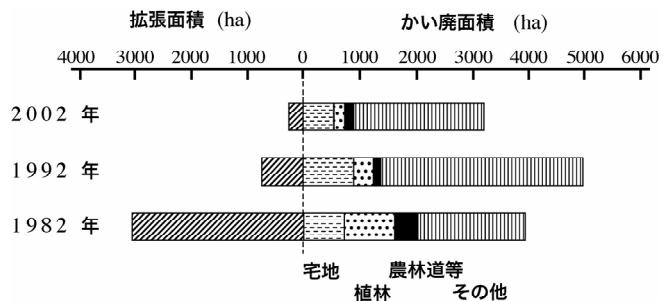
3. 農耕地の拡張及びかい廃面積

最近20年間の九州・沖縄における農耕地の拡張面積は、田の場合では約100ha以下、畑の場合（第2図）では300～3000haの範囲で推移してきた。1982年には3000haを超えていたが、2002年には約1/15の250haに減少している。拡張の中味は1980年代は開墾が多く、最近では田畠転換が多くなっている。しかし、沖縄県では、開墾による畑の拡張は現在でも最も多い増加要因である。

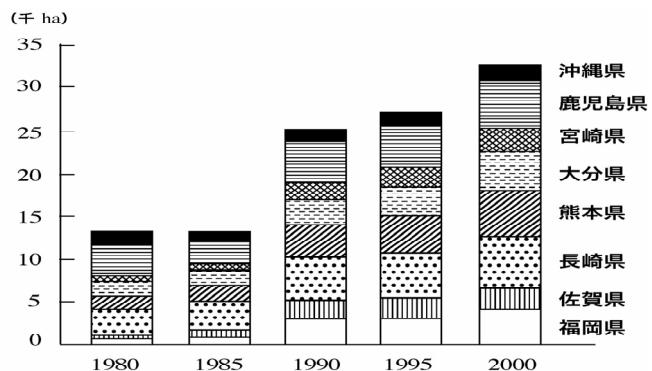
2002年のかい廃面積は田畠合計で5700haと拡張面積を大きく上回っている。かい廃内容としては人為かい廃が

第1表 農耕地の利用状況

	農耕地 面積 ha	作付面積割合 (%)									耕地 利用率 %
		稻	麦類	豆類	果樹	野菜	工芸 作物	飼肥料 作物	かん しょ	その 他	
全国	4828000	38.8	6.5	4.2	6.3	13.6	4.2	22.5	1.0	2.9	4563000 94.5
九州	596000	33.7	8.6	3.7	8.7	13.7	6.4	19.3	2.9	3.0	624600 104.7
福岡県	94400	41.4	16.5	6.2	9.2	12.4	1.8	8.0	0.3	4.2	103000 109.1
佐賀県	58200	41.8	25.1	8.9	9.3	8.5	2.1	3.2	0.0	1.1	74100 127.3
長崎県	53400	30.4	4.9	2.2	13.4	23.4	3.8	18.3	1.6	2.0	50400 94.4
熊本県	125400	35.5	4.5	2.9	12.0	14.6	5.5	21.3	1.1	2.6	123800 98.7
大分県	63900	44.3	7.2	6.0	10.2	10.9	2.2	16.4	0.5	2.3	62300 97.5
宮崎県	71700	28.2	1.8	1.0	5.0	14.6	4.9	39.3	2.8	2.4	80400 112.1
鹿児島県	129600	21.1	3.1	0.6	4.5	14.0	17.0	24.9	10.0	4.8	130600 100.8
沖縄県	41400	3.1	0.0	0.0	4.7	8.2	61.8	19.2	0.9	2.1	37400 90.3



第2図 耕地の拡張及びかい廃面積

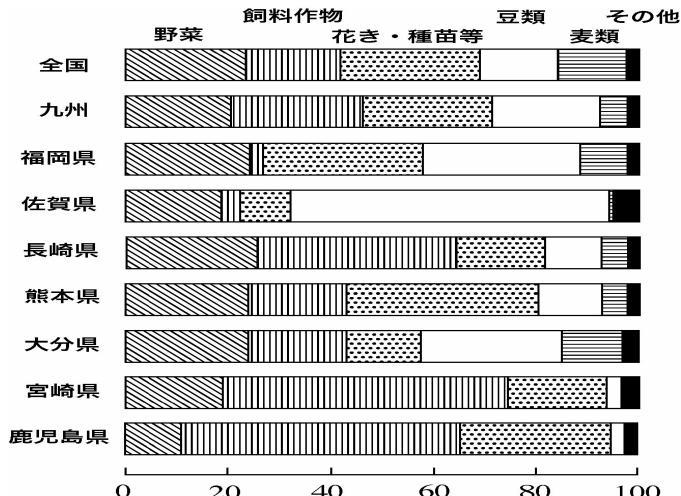


第3図 耕作放棄地の推移

中心をなしている。人為かい廃の内訳では宅地、植林、農林道、その他などであるが、植林および農林道等によるかい廃が減少し、耕作放棄によるかい廃が増加している。

4. 耕作放棄地の推移

全国の耕作放棄地面積21万haに対して九州は3.3万haで全国対比は約16%である。九州・沖縄全体の放棄地率は全国平均を上回っており、しかもその差は拡大する傾向にある。九州沖縄における耕作放棄地面積の推移を第



第4図 転作作物の構成比
(2000年度)

3図に示した。耕作放棄地面積は1985年までは1.3万台を保っていたが、1990年からは2.4万台を記録し、徐々に増加している。2000年には九州の全耕地面積に対して5%台に初めて達した。県別に耕作放棄地を見ると、離島など条件不利地域が多い長崎県、鹿児島県が約6千haの耕作放棄地を持っている。また、1995年から2000年の5年間に、熊本県、大分県では1200ha以上の耕作放棄地が増加した。条件不利地域を中心に農業生産の担い手の減少や生産意欲の減退が進んでいることの反映であると考えられる。

5. 米の生産調整と転作状況

米の生産調整による水田における畑作物は主として野菜、飼料作物、花き・種苗等である。転作作物の作付け面積を第2表に示した。2000年における全国の転作面積は55.7万haに達している。九州の全国対比は15.6%である。全国では野菜、飼料作物の作付け面積が10万ha以上

第2表 転作作物の作付け面積 (2000年度)

	転作作物作付面積	麦類	豆類	果樹	野菜	飼肥料作物	花き・種苗	その他
全国	557460	75483	86114	4073	127824	107124	15257	5585
九州	86883	4655	18456	669	18148	21485	22215	1255
福岡県	19173	1946	5912	139	4564	712	5811	89
佐賀県	9840	565	6089	28	1816	388	923	31
長崎県	4922	279	551	37	1254	1882	859	60
熊本県	19950	708	2602	157	4709	3782	7428	564
大分県	8910	1026	2458	151	2138	1623	1367	147
宮崎県	12672	15	467	86	2449	6928	2465	267
鹿児島県	11416	116	379	72	1219	6170	3363	97
沖縄県	376			10	29	14	13	339

注1) 単位ha

で次いで豆類、麦類である。九州では全国とは傾向が少し異なり、花き・種苗等が最も多く、次いで飼料作物となっている。沖縄県は水田面積が少ないため転作作付け面積も同様に少なく376haである（第2表）。

転作作物の作付け面積構成比を第4図に示した。各県別に見ると飼料作物の多い県は宮崎県、鹿児島県が50%以上で突出しており、次いで長崎県が高い割合である。豆類では佐賀県が62%と最も多く、次いで福岡県、大分県と北部九州で転作が盛んである。九州で人口の多い福岡県、熊本県、鹿児島県では、花き・種苗類への転作面積が30%以上を占めている。

稻発酵粗飼料（飼料イネ）の栽培は水田の活用、水田機能の維持、自給飼料の増産、畜産環境問題の緩和などの観点から重要である。全国の稻発酵粗飼料の作付け面積は2000年度からの水田農業経営確立対策等の実施により拡大し、2002年度は3593ha（前年比51.1%増）となっている。作付け面積を地域別にみると、九州が全体の59%を占めており、次いで東北の16%、関東の9%である。九州での稻発酵粗飼料の作付け面積は、1999年度は3県、16haの取り組みであったが、2000年度以降は大幅に拡大し、2003年度は2597ha（前年比22.7%増）の見込みである。2003年度の作付け面積を各県別にみると、熊本県が1292ha（前年比29.8%増）と最も多く、次いで宮崎県826ha（同1.1%増）、大分県163ha（同52.3%増）と続いている。

引用文献

1)九州農業試験場編：図説 九州・沖縄農業の概況、3訂版、p1～119（1998）

（九州沖縄農業研究センター 山本克巳）

2)九州沖縄各県の農業生産と土壤

（1）福岡県

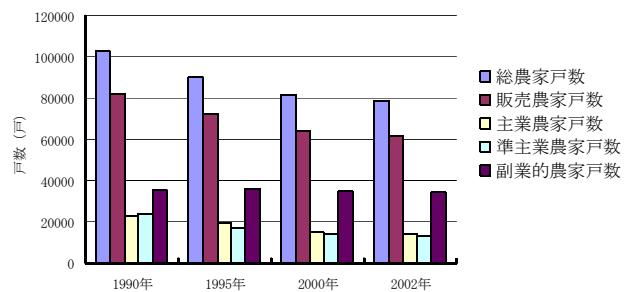
1. 農業・農村の動向

福岡県における農耕地のうち約77%は水田であり、県農業の中で水田農業は重要な位置を占めている。一方、樹園地は約13%を占め、ナシ、ブドウ、カンキツ、茶など多様な品目が栽培され、特にカキ、ブドウおよび茶は全国でも有数の生産額を誇っている。

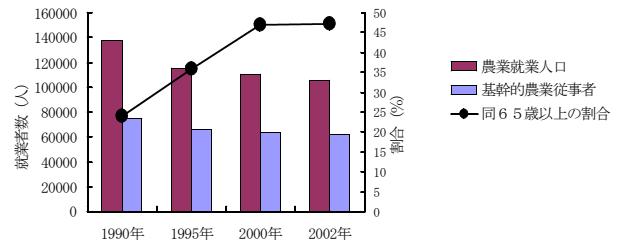
第1図、第2図、第3図、第4図および第1表に本県の農業・農村の動態を示した。2002年における総農家戸数は79,100戸で、1990年に比べて23,500戸程度減少しており、販売農家戸数も同様に20,500戸程度減少している。販売農家の内訳は、主業農家が14,100戸、準主業農家が13,300戸、副業的農家が34,200戸で主業農家および準主業農家の減少が著しい。また、2002年における農業就業人口は105,900人で、うち基幹的農業従事者は61,800人

第1表 農業産出額 (2001年)

項目	産出額	全国シェア	全国ランク
	億円	(%)	位
全体	2,338	2.6	15
米	483	2.2	16
麦	97	7.5	3
野菜	674	3.3	10
果実	257	3.4	9
花き・種苗	217	4.9	4
工芸農作物	45	1.3	16
畜産	381	1.5	20



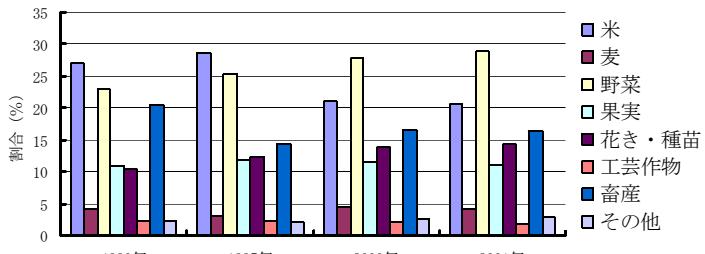
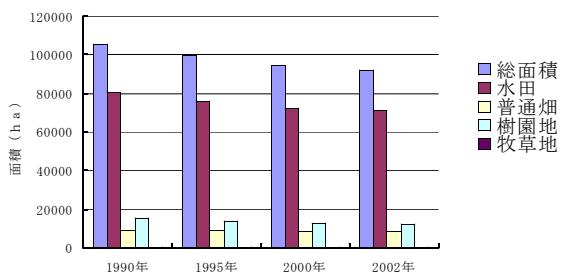
第1図 農家戸数の推移



第2図 農業就業者数の推移

であるが、65歳以上の割合が47.2%を占めており高齢化が進んでいる。

2002年における農耕地面積は92,200haで、内訳は、水田71,300ha、普通畑8,510ha、樹園地12,100ha、牧草地2



第2表 水田における土壌管理の実態

巡 (経営形態)	調査 点数	水稻 ^{b)} 収量	有機物および土づくり資材施用量 ^{c)}			
			堆きゅう肥 ^{a)}	稻わら	石灰	ケイ酸
1巡目	283	4,750	32,270(24)	5,530(49)	1,510(11)	2,240(48)
2巡目	232	5,060	25,450(16)	5,230(82)	980(10)	1,390(53)
3巡目	268	4,480	29,350(20)	5,060(61)	1,160(18)	1,610(35)
4巡目 (主業農家)	239	5,160	24,820(17)	5,270(69)	1,550(21)	1,430(23)
(準主業農家)	130	5,280	26,290(18)	5,200(68)	1,580(26)	1,470(20)
(副業的農家)	43	5,140	25,800(23)	5,490(56)	1,460(16)	1,450(23)
	66	4,920	15,700(8)	5,280(82)	1,490(12)	1,370(29)

堆きゅう肥は堆肥、牛豚等ふん尿、オガクズ類混合牛豚等ふん尿。

水稻の収量は水稻作付け農家の平均値。

有機物および土づくり資材施用量は施用農家の平均値、()内の数値は調査農家に対する施用農家の割合(%)。

第3表 水田土壌における理化学性の変化(平均値)

巡	作土の 深さ cm	pH(H ₂ O)	腐植 gkg ⁻¹	塩基 飽和度 %	可給態 リン酸 mgkg ⁻¹	可給態 ケイ酸 mgkg ⁻¹
1巡目	12.6	6.0	39.6	67	235	167
4巡目	13.0 ^{a)}	5.8 ^{a)}	40.0	66	32 ^{a)}	254 ^{a)}
水田土壌の ^{a)}	15cm 以上	5.5~ 6.5	30以上	—	100~ 50	150~ 300
改善目標値						

a) 1巡目の平均値との間に5%水準で有意差あり(対応する平均値の差の検定)。

水田土壌の改善目標値は「地力診断の手引き一対策編一(1996年福岡県農政部)」。

第4表 水田における改善目標値に達しない場の割合(%)

巡	作土の深さ (15cm未満)	pH(H ₂ O) (5.5未満)(6.5以上)	腐植	可給態 リン酸	可給態 ケイ酸
1巡目	81.7	10.2	15.9	20.1	72.7
4巡目	76.2	21.8	7.1	25.9	46.6

86haであるが、転用等により1990年に比べて13,100ha程度減少している。特に、樹園地ではカンキツ園の耕作放棄等により面積の減少が著しい。

農業産出額の構成比は、1999年以降野菜が最も高い値を示しており、次いで米、畜産、花き・種苗の順となっている。また、2001年の農業産出額は2,338億円で、全国シェア2.6%を占めており、全国ランクは第15位である。部門別にみると、米・麦580億円、野菜674億円、果実257億円、花き217億円、工芸作物45億円、畜産381億円で、特に麦は全国3位、また花き・種苗は全国4位を誇っている¹⁾。

2. 農耕地土壌の特徴と理化学性の実態

県北部地域では、主に花崗岩質土壌、第三紀層土壌および中世層土壌が分布しており、一部に石灰岩質土壌および玄武岩質土壌が存在する。花崗岩質土壌の土性は概ね中粗粒質であるが、第三紀層土壌では強粘質で反応は強酸性を呈する。県南部地域では、主に安山岩質土壌、結晶片岩質土壌を中心に一部第三紀層土壌が分布している。安山岩質土壌および結晶片岩質土壌では、土性は粘質～強粘質であり、水稻に対する土壌生産力は高いものの、畑地利用の場合は排水対策が不可欠である。また、火山灰土壌は全体的に分布面積が少ないが、県北部、県南部地域とともに一部に存在する。

1979年から1997年にかけて、農耕地の適切な土壌管理対策、土地利用方式等を明らかにする目的で土壌環境基礎調査が行われた。これらの調査の結果によ

り、本県農耕地土壌の理化学性の実態と経年変化が明らかになった^{2)~6)}。

調査方法は、県内水田および樹園地の主要な土壌統を対象に定点を設置し、原則として同一の地点を5年間を1巡として4巡目まで調査した。また、同時に土壌管理実態調査を行い、化学肥料、有機物および土づくり資材の施用量を明らかにした。調査地点数は、1巡目では、水田283点、樹園地132点であったが、転用、耕作放棄等により巡を追うに従って徐々に減少した。

水田では、調査地点の土壌群は、灰色低地土が最も多く、調査地域も多岐にわたった。次いで、グライ土、褐色低地土の順で、これら土壌群で全調査地点の約85%を

第5表 樹園地における土壤管理の実態 (kg ha⁻¹)

巡	地目	調査 点数	有機物および石灰質資材施用量 ^{b)}		
			堆きゅう肥 ^{a)}	稻わら	石灰
1巡目	果樹	102	19,110(24)	9,480(22)	1,550(42)
2巡目	樹園	100	23,250(20)	7,500(10)	1,550(36)
3巡目	園	91	19,150(27)	6,900(11)	1,430(38)
4巡目		73	19,800(38)	7,600(14)	1,290(36)
1巡目		30	21,520(20)	5,070(37)	990(47)
2巡目	茶園	29	15,710(24)	5,500(14)	1,490(31)
3巡目		29	16,170(21)	3,000(3)	1,740(51)
4巡目		29	14,220(31)	2,500(3)	1,240(38)

堆きゅう肥は堆肥、牛豚等ふん尿、オガクズ類混合牛豚等ふん尿。
有機物および土づくり資材施用量は施用農家の平均値、()内の数値は調査農家に対する施用農家の割合(%)。

第6表 樹園地土壤における理化学性の平均値(4巡目)

品目	第1層 の深さ cm	pH(H ₂ O)		腐植 g kg ⁻¹	可給態 リン酸 mg kg ⁻¹
		(下限値未満)	(上限値以上)		
ナシ	13.3 ^{a)} (19.0)	6.4 (6.3)	71.9 (65.4)	2,340 ^{a)} (940)	
カンキツ	10.3 ^{a)} (18.7)	5.6 (5.5)	43.6 ^{a)} (27.9)	1,900 ^{a)} (870)	
ブドウ	13.0 (21.7)	6.9 (6.8)	32.1 (29.4)	2,260 ^{a)} (1080)	
茶	17.8 ^{a)} (24.7)	3.7 ^{a)} (4.1)	144.0 (88.9)	4,330 ^{a)} (1900)	

a) 1巡目の平均値との間に5%水準で有意差あり(対応する平均値の差の検定)。
()内の数値は1巡目の平均値。

第7表 樹園地における改善目標値に達しない場の割合(%)

品目	巡	pH(H ₂ O) ^{a)}		腐植 (30g kg ⁻¹ 未満)	可給態リン酸 ^{b)} (下限値未満)
		(下限値未満)	(上限値以上)		
ナシ	1巡目	20.0	50.0	35.0	15.0 65.0
	4巡目	5.6	27.8	5.6	0.0 88.9
カンキツ	1巡目	50.0	14.3	73.2	8.9 51.8
	4巡目	56.0	12.0	8.0	0.0 84.0
ブドウ	1巡目	0.0	15.6	68.8	0.0 68.8
	4巡目	7.1	57.1	64.3	0.0 100
茶	1巡目	43.3	3.3	3.3	10.0 83.0
	4巡目	69.0	0.0	0.0	0.0 100

a) pH(H₂O)の下限値～上限値は、ナシ5.5～6.5、カンキツ5.5～6.5、ブドウ6.0～6.8、茶4.0～5.0。

b) 可給態リン酸の下限値～上限値(mg kg⁻¹)は、ナシ10～50、カンキツ10～50、ブドウ10～50、茶20～50。

占めた。これは、本県水田における土壤群別面積割合とほぼ一致する⁷⁾。

第2表に水田における土壤管理の実態を示した。4巡目における堆きゅう肥の施用量は、平均約25,000kg ha⁻¹で、施用農家割合は17%と巡を追うに従って減少傾向を示した。また、稻わらすき込み農家の割合は69%で1巡目に比べて増加した。ケイ酸質資材の施用量は、平均1,430kg ha⁻¹、施用農家割合は23%と同様に減少した。これに対して、石灰質資材の施用農家割合は巡を追うに従って増加した。また、副業的農家では、主業農家および準主業的農家に比べて、堆きゅう肥の平均施用量および施用農家割合ともに少ない傾向を示したが、稻わらのすき込み割合は逆に高かった。

第3表および第4表に水田土壤の理化学性の変化を示した。4巡目の作土深は、平均13.0cmで1巡目に比べて改善の方向を示したが、依然として改善目標値未満の地

点割合が全体の約76%を占めた。これは、生産者が耕起時間の短縮や田植えの作業効率を優先した土壤管理を行っているためと考えられる。pHは、平均5.8で1巡目に比べてやや低下しており、改善目標値未満の地点割合も増加した。腐植含量は、平均40g kg⁻¹で1巡目と比べて大きな変化はなかったが、改善目標値未満の地点割合は全体の約26%と1巡目に比べてやや増加した。平均値を土壤群別にみると、グライ土が最も高く、次いで灰色低地土で、褐色低地土は巡を追うに従って低下する傾向が認められた。これは、第4表に示したとおり、堆きゅう肥の施用量および施用割合が1巡目に比べて低下したためであり、褐色低地土は排水が良好なため腐植の消耗が激しいものと考えられる。可給態リン酸含量は、平均322mg kg⁻¹で集積傾向が認められたが、改善目標値未満の地点も全体の15.3%存在した。また、可給態ケイ酸含量は平均254mg kg⁻¹で増加傾向を示したものの、改善目標値未満の地点割合は、依然として全体の約47%を占めていた。これは、1巡目に比べて稻わらのすき込み農家の

割合が増加したためと考えられる。ケイ酸質資材の施用効果は低温年におけるケイ酸吸収の促進⁸⁾、いもち病に対する抵抗性の向上⁹⁾などの効果が認められており、良質米生産のためにも、今後も引き続きケイ酸質資材の施用を心がける必要がある。

樹園地では、調査地点の土壤群は、褐色森林土が最も多く、次いで黄色土、黒ボク土、赤色土、褐色低地土の順であった。

第5表に樹園地における土壤管理の実態を示した。果樹園では、窒素の施用量は150～200kg ha⁻¹であったのに対し、茶園では700kg ha⁻¹前後と多量施用で推移した。

果樹園では、4巡目における堆きゅう肥の施用量は、平均約20,000kg ha⁻¹で各巡とも大きな差は認められなかったが、施用農家割合は38%と増加傾向を示した。石灰質資材の平均施用量は1,290kg ha⁻¹でやや低下傾向を示した。また、施用農家割合は36%と各巡とも大きな差は認

められなかった。

茶園では、4巡目における堆きゅう肥の施用量は、平均約14,000kg/ha⁻¹で1巡目に比べて低下したが、施用農家割合は31%で増加する傾向を示した。また、石灰質資材の平均施用量は1,240kg/ha⁻¹で、施用農家割合は38%であった。

第6表および第7表に樹園地土壤の理化学性の変化を示した。ナシ園では、4巡目の第1層の深さは平均13.3cmで、1巡目に比べて浅層化が認められた。pHは、平均6.4で改善目標値の範囲内にあり、改善目標値未満の地点割合が大きく減少し改善が進んでいた。腐植含量は、調査地点の一部に黒ボク土が含まれるため平均71.9g/kg⁻¹と高い値を示した。可給態リン酸含量は、平均2,340mg/kg⁻¹と1巡目に比べて2倍以上の値を示し、改善目標値の上限を超える地点割合が増加した。また、ナシ園の特徴として、交換性カリウム含量が巡を追うに従って高くなつた。

カンキツ園では、4巡目の第1層の深さは平均10.3cmで樹園地の中で最も浅層化が著しかつた。また、pHは平均5.6で1巡目と比べて変化はなかつたが、改善目標値未満の地点割合が増加し全体の56%を示した。これは、カンキツの価格低迷の影響で、生産者の土づくりに対する意欲が低下していることが原因と考えられる。反面、可給態リン酸含量は、上限値を超える地点割合が増加しており集積傾向を示した。

ブドウ園では、4巡目の第1層の深さは平均13.0cmで浅層化の傾向を示した。pHは1巡目同様平均6.9と高く、改善目標値を超える地点割合が増加し全体の57%を占めた。腐植含量は平均32g/kg⁻¹で、依然として全体の64%の地点が改善目標値を下回つた。また、可給態リン酸含量は、全調査地点で改善目標値の上限を超えており、平均値は1巡目に比べて2倍以上の値を示した。

茶園では、4巡目の第1層の深さは平均17.8cmで浅層化が認められた。pHは平均3.7と極めて低く、全体の69%の地点が改善目標値を下回つた。腐植含量は、一部黒ボク土の地点が存在するものの、平均144g/kg⁻¹と高い値を示し、全調査地点で改善目標値を満たしていた。これは、剪定枝をほ場内に還元していることが影響していると考えられる。また、可給態リン酸含量は、平均4,330mg/kg⁻¹と極めて高く、全調査地点で改善目標値の上限を超えており、著しい集積傾向を示した。これは、茶の品質向上を意識したリン酸資材の多施用が原因と考えられる。

以上のように、水田では、稻わらすき込み農家の割合は高くなっているものの、堆きゅう肥やケイ酸質資材の施用量や施用農家割合が低下しており、それに伴つてpHや腐植含量が改善目標値を下回るほ場の割合が増加している。このため、今後も完熟堆きゅう肥を20,000kg/ha⁻¹

程度連年施用するとともに、乾田においては稻わらの全量すき込みを積極的に行つことが望ましい。

また、可給態リン酸や可給態ケイ酸含量が改善目標値を下回るほ場の割合は少なくなつてゐるが、依然として不足しているほ場も多いため、今後も土壤診断に基づいてリン酸質資材やケイ酸質資材を基準どおり施用することが重要である。

樹園地では、農業機械による踏圧や土壤管理の粗放化により第1層の浅層化が認められるため、条溝深耕等を行つて主要根群域の深さを十分に確保することが必要である。このことによつて、可給態リン酸の第1層への過剰集積を抑制できるとともに、リン酸の利用率の向上により施肥量の削減を図つことができると考えられる。また、品目によって土壤理化学性の変化の違いがみられるため、土壤診断に基づいた適正な土壤管理を継続して行つことが重要である。

引用文献

- 1) 福岡県：平成14年度福岡県食料・農業・農村の動向 (2002)
- 2) 神屋勇雄ほか：福岡県における水田土壤の物理性について、福岡農総試研報、A-4, 77~82 (1984)
- 3) 三井寿一ほか：県内水田土壤の化学性、福岡農総試研報、A-6, 93~96 (1987)
- 4) 三井寿一ほか：福岡県における土壤の実態と変化 第2報 水田土壤の理化学性の実態と経年変化、福岡農総試研報、A-10, 27~30 (1990)
- 5) 渡邊敏朗ほか：福岡県における水田土壤の理化学性の実態と経年変化、福岡農総試研報、15, 18~21 (1996)
- 6) 小田原孝治ほか：福岡県における樹園地土壤の理化学性の実態と経年変化、福岡農総試研報、16, 87~91 (1997)
- 7) 福岡県立農業試験場：地力保全基本調査総合成績書 [I] (1978)
- 8) 住田弘一ほか：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、土肥誌、61(3), 253~259 (1990)
- 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]、農及園、60(11), 1385~1389 (1985)

(福岡県農業総合試験場 藤田彰)

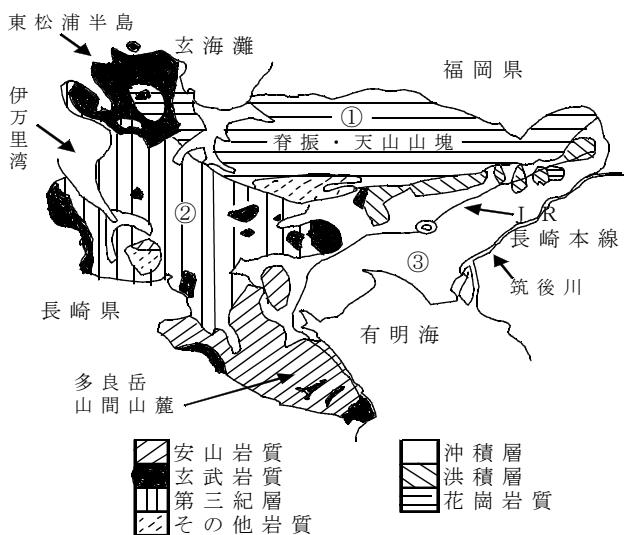
(2) 佐賀県

1. 水田

1) 地形, 地質, 土壤

九州の水田で火山灰土壤の分布がみられないのは佐賀県だけである。火山灰土壤は県北部の洪積層等に分布するが極めて少ない。水田は第三期層や花崗岩等の風化した土壤と有明海に面した沖積土壤からなる。この沖積土壤は水田の大部分を占め, 肥沃な穀倉地帯となっている。

本県の地形, 地質を大別すれば, ①脊振・天山松浦地域, ②佐賀西部および西南部地域, ③佐賀平坦地域に区分できる¹⁾ (第1図)。



第1図 地質概要図

①は県の東北部を占める脊振, 天山山塊地域で地質は大部分が花崗岩で, 土壤はこの風化物を母材とする礫質～中粗粒の黄色土や灰色低地土が分布する。

②は佐賀西部と上場台地および多良岳山間山麓地域がこれに含まれる。佐賀西部地域は複雑な丘陵性の地形をなし, 第三紀層の砂岩や頁岩の風化物を母材とする礫質～中粗粒の黄色土や灰色低地土が分布する。

上場台地については, 第2項(畑)で述べる。この地域

の水田土壤は礫質, 中粗粒, 細粒質の暗赤土と灰色台地土が大部分を占めている。多良岳山間山麓地域は第三紀層を貫いて安山岩, 玄武岩が流出してできた地形で山麓末端においては馬の背のような地形をした低丘陵地が条をなして, 有明海に向かって急没している。丘陵間に水田が分布し, 土壤は礫質褐色低地土である。

③はいわゆる「佐賀平野」と呼ばれる地域で, 最も広い処で南北18km, 狹い処でも10kmほどの巾をもち, 総面積約45,000ha, うち水田面積約32,000haでその傾斜は平均1/400, 新期沖積(約2000年前以降)層の地帯では1/10,000という極めて平坦な地形をなしている²⁾。平坦地の生成は洪積世の前半に始まり, 標高4km以北では当時の砂礫層の堆積層がみられ丘陵性の台地をなし, その下段には旧期沖積期の比較的粗粒な砂層～砂礫層の堆土が扇状的にひろがる。土壤は中粗粒や礫質の灰色低地土である。

標高4km以南は, 脊振山間に源を発する河川の運搬作用と有明海の潮流堆積作用によってできたいわゆる河海成の沖積平野である。さらに本地帯は土壤的にみるとほぼJR長崎本線をもって南北2つに大別できる。長崎本線以北においては山からの堆土に影響されたところが多く, 土性が埴壌土～埴土で南部に比べやや粗く, 土色はやや灰褐色を呈している。

長崎本線以南より江戸時代まで干陸化された地域は埴土～重埴土で, 柱状構造がよく発達し, 土壤は細粒灰色低地土である。また本地域の1m以下はパイライト(FeS₂)を含む酸性硫酸塩土壤が分布している³⁾。

さらに, 南下し有明海に接した明治以降の干拓地ではグライ層が60cm以上から出現し, 細粒グライ土と細粒強グライ土となる。

2) 土壤環境基礎調査からみた地力の変化

本県では土壤型別に180ヶ所の調査地点を設け調査した。1979年から5年1巡サイクルで1998年までに同一地点を4回調査した。主要な地力要因については第1表に示した。

1巡目と4巡目で比較して有意差を認めた項目は, T-N, 交換性MgO, 遊離Fe₂O₃および可給態Nでいずれも後者が低かった。その他の項目は両者に差はなかった。交換性MgOと遊離Fe₂O₃の減少から苦土や含鉄資材の施用が少なくなっているものと推定される。またT-Cに差がないのにT-Nが減少した要因は不明である。

3) 水田農業の現状

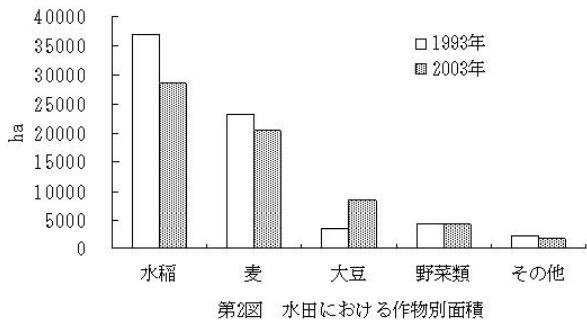
本県の水田面積は2003年

第1表 主要な地力要因の変化

巡回	調査点数	作土深(c m)	仮比重	pH(H ₂ O)	T-C(%)	T-N(%)	Av-N(mg/100g)	CEC(cmol ckg ⁻¹)
1	170	13.4	1.05	6.0	2.14	0.233	13.8	17.0
2	170	12.4	1.01	5.9	2.56	0.218	13.4	19.9
3	166	12.9	1.03	6.0	2.43	0.217	15.3	17.6
4	149	13.3	1.04	6.0	2.28	0.206	11.5	16.4

巡回	e x -CaO, MgO, K ₂ O(mg/100g)	塩基飽和度(%)	TrougP ₂ O ₅ (mg/100g)	Av-SiO ₂ (mg/100g)	遊離Fe ₂ O ₃ (%)
1	276	66.5	20.5	16.8	48.1
2	273	49.1	23.6	18.8	55.4
3	278	43.7	20.5	17.4	40.2
4	243	48.6	23.9	20.6	51.2

注) 調査点数は当初180点であったが, 圃場整備, 宅地化等で継続性に欠けたものは除いた。



注1) 水田面積は1993年では47,600ha、2003年では44,700ha。
注2) %の値は水田面積に占める各作物の割合。

現在で44,700haで農耕地の約80%を占めやや減少しているが、作付け作物は水稻を主とし各種作物が栽培されている⁴⁾（第2図）。圃場整備がほぼ完了しこれに伴いライスセンターやカントリーエレベーターも整備された。山麓や平坦地の水田では用排水路が分離し、10m間隔に深さ60cmの有材（枠ガラ）暗渠が設置してある。これは水田大豆、裏作であるたまねぎや麦（小麦、二条大麦）の栽培には排水を促進するために不可欠で、これら作物の振興に大いに寄与してきた。水田利用率は140%前後で推移しており全国1位である。これは佐賀平坦部での稻・麦二毛作体系が盛んなためである。水稻は本県農業の根幹であり、山間地から平坦地まで隈なく栽培され、また専業農家のほとんどが稻、麦の他に10～30a規模の施設野菜（イチゴ、コネギ、ホウレンソウ、キュウリ等）を栽培している。

（佐賀県農業試験研究センター 三好利臣）

2. 畑ー上場台地の農業と土壤ー

上場台地は、佐賀県の北西部、東松浦半島の大部分を占める標高100～200mの台地で、海岸・河口平野部の「下場（したば）」に対して、松浦川とその支流、徳須恵川北西の丘陵部が「上場（うかば）」と呼ばれている。

1) 上場台地の誕生

上場台地の誕生は、約2700万年前の新生代第三期の終わり頃で⁵⁾、約300万年前に地面が裂けて比較的柔らかい玄武岩が噴出⁶⁾、テーブル状に広がってできたところである。その後、隆起などの地殻変動と侵食を繰り返し、現在の小さな侵食谷がいくつも入り込む複雑な地形が形成されたと考えられている⁵⁾。

2) 上場台地土壤の特徴

第三紀層と玄武岩の接合点あるいは背振山系の西端をなす花崗岩との接合付近には、作物生産を著しく阻害する「おんじやく」と呼ばれる特殊土壤が出現する⁷⁾。

この土壤は、玄武岩および類似の岩石の腐朽岩やこれに由来する土壤を指す包括的な用語⁶⁾で、松浦半島一帯に広く分布している⁷⁾。唐津市の上場台地部分と玄海町有浦上を中心に花崗岩が、さらに西部海岸地帯および肥

前町切木には第三紀の砂岩が分布している⁸⁾。

3) おんじやく土壤の特徴

「おんじやく」は、基質の色により、赤色、赤紫色、紫色、灰色、白灰色など約7種類に大別され、それぞれ硬さ、孔隙にも相違が見られる。分布割合は灰色系が多く50%程度で、次いで紫色系20～30%，赤色10～20%と推定される⁷⁾。

1973年から始まった国営・県営の上場開発事業により、下層に存在していた「おんじやく」が土壤表面に露出し、作物生産への悪影響が懸念された。この土壤は物理性が著しく悪く、過干、過湿の危険性が高く、また土壤侵食を受ける危険性も極めて高い。一方、土壤養分にも乏しく、特に農作物には窒素とリン酸欠乏が目立つ。しかし、一端地表面に露出すると風化は比較的早く、大型機械などで数回耕起することによって細塊状まで破碎される。

また、三要素試験を行うと無肥料・無リン酸では農作物の収穫はほとんど期待できないが、リン酸を多量施用することによって収量は増加する。とくに厩肥等の有機物の増施効果は著しく、収量・品質は一層向上する⁷⁾。

4) 上場地域農業改革への取り組み

上場台地は河川の発達に乏しく、しかも夏の降雨量が少ないため干魃の常襲地帯であった。このため農家は500余の溜池を造成して、毎年のように繰り返す干魃と飢餓に対処するなど、農業用水の安定供給が実現するまでは干ばつに泣かされた苦難の歴史であった⁵⁾。

そこで、1973年に国営上場土地改良事業、1976年から県営畠地帯総合土地改良事業を活用して、農地造成、区画整理、畠地灌漑、道路整備に取り組み、現在では松浦川用水機場から汲み上げられた水が、5つのダムと総延長300kmに及ぶ水路を通じて台地を潤しており、上場農家の長年の悲願であった「水」が確保されて、農業生産環境は大きく好転した。

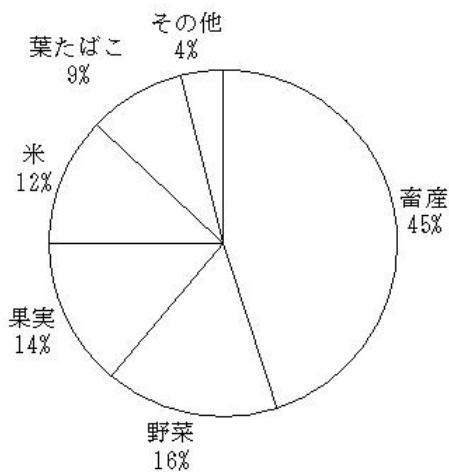
5) 現在の上場農業

新たな農地造成は、「おんじやく」など不良土壤を表土化した。しかし、農地の確保により飼料作物の作付けが増加し、畜産拡大に役立つとともに、排出される畜ふん尿等は有機物として園芸作物等に利用され、その振興に大きく寄与することとなった。水の確保並びに農業と畜産の相乗効果によって上場農業は大きく変貌した。

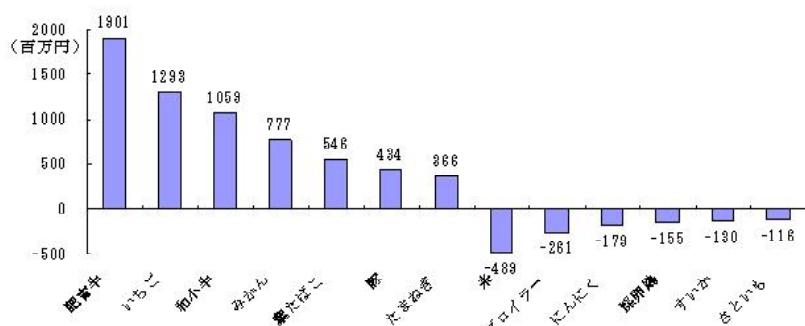
上場4町の農業産出額⁹⁾を、上場開発開始時の1975年

第2表 農業産出額上位品目の比較

	1975年	2001年
1位 畜産	24億円	畜産 55億円
2位 米	19〃	野菜 20〃
3位 果実	10〃	果実 17〃
4位 野菜	9〃	米 14〃
5位 葉たばこ	6〃	葉たばこ 12〃



第3図 2001年における農業産出額の品目別割合
注) 対1975年比較では、49億12百万円増、67.7%



第4図 上場4町における農業産出額の増減(1975年と2001年の比較)
注)みかんは露地とハウスの合計。

と2001年で比較すると、その違いは歴然としており(第2表、第3図、第4図)、現在では1.68倍に増加している(県全体では1.05倍)。顕著に増加した主な品目は、肥育牛・施設イチゴ・和牛子牛生産・施設ミカン・葉たばこ等であり、畜産および園芸地帯として確固たる地位を確保している。

(佐賀県上場農業センター 福田 守)

3. 果樹園

1) 現状

佐賀県の果樹はカンキツを中心に栽培され、カンキツの中でも温州ミカンが大部分を占める。平成13年度の本県のカンキツ栽培面積は約5,000haで、そのうち温州ミカンが4,110haとなっている。

本県のカンキツ産地は全県的に広がるが、地形から大きく3地域に区分される。第1の地域は県の北東部を占める背振山から天山山系に至る内陸地帯で花崗岩を主体とした土壤で、地質的には本県で最も古い。この地域には小城、多久、大和などの産地があり、主に高糖系温州が栽培されている。特に佐賀市の北側に位置す大和地区は玄武岩を母材とする産地で「青島温州」の栽培が盛んで、

貯蔵みかんの産地として品質、生産量ともに県内では第1位を誇る。

第2の地域は玄界灘に面した東松浦半島の花崗岩を主体とした平坦地に広がる地域である。この地域は元々露地温州ミカンの産地であったが、不利な土壤、立地条件から高品質な果実が生産されにくかったため、1970年代前半頃から、いち早く施設化へ転換し、現在では約120haのハウスミカンが栽培されており、国内最大のハウスミカン産地を形成している。また上場台地は玄武岩の「おんじやく」土壤があり、ハウスミカンを経営の主体とした産地を形成している。

第3の地域は多良岳から有明海に向かい扇状に広がる山麓地帯で、一部に黒ボク土壤が点在するが、ほとんどは玄武岩や安山岩を母材とした重粘な黄褐色土壤である。この地域は夏に南よりの季節風の影響が強く、多良岳を中心に降水量が多い反面、冬は季節風に対して山陰

となるため比較的晴天の日が多い。すなわち、地勢的には日本海に属しながらも冬は太平洋岸の性格を持ち合わせる。この温暖な気候特性を活かして、この地域は太良、鹿島を中心に露地栽培の極早生温州や早生温州を主体とした産地を形成している。この地域だけで佐賀県の露地温州の約42%を占めている。

一方、落葉果樹の種類は多く、総面積は約1400haに及ぶが、その中心はナシとブドウで、落葉果樹全体の50%近くを占める。

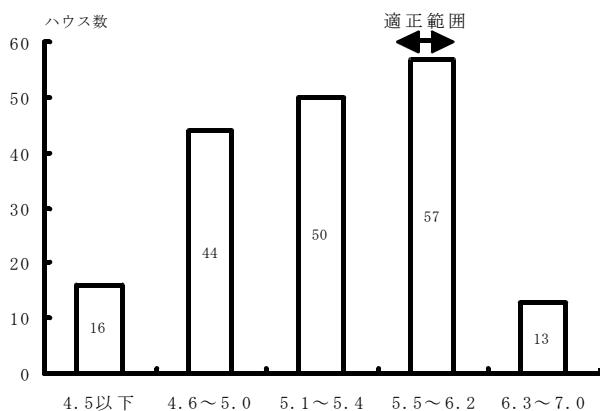
落葉果樹の産地も全県的に広がるが、その中心は県の北西部に位置する伊万里湾沿いの国見山麓に面した丘陵地に囲まれた中山間地で栽培されている。この地域は大部分が第三紀層の土壤であり、平成初頭の大規模な国営地造成事業において生産基盤の拡充が図られている。

2) 果樹における課題

近年の温州ミカンの流れとしては、光センサーを備えた選果機が導入され始め(2003年で66%のシェア)、産地間の品質競争が激化している。そのため、降雨を制御することにより土壤を乾燥させ、樹体に水分ストレスを付与して糖度を高めるマルチ栽培が盛んとなっており、温州ミカンの約30%で実施されている。

用いられるマルチ資材は以前はビニールを用いていたが、最近では多孔質で透湿性のある資材が用いられるようになってきた。そのため、土壤をpF3以上に乾燥させることができになり、時としては品質の向上を求めるあまり過乾燥になり、土壤に悪影響を及ぼしている。

特に近年では土壤の物理性の劣悪化により、表層域の細根が減少することによる樹勢の低下が著しい。このことはマルチ栽培の普及に加え、就農者の高齢化や後継者不足、さらには品質の面から温州ミカンは傾斜地に植栽



第5図 ハウスミカン園のpH

されることが多いので作業性が悪く、有機物施用の不足、中耕作業の省略、また、雑草管理にほとんど除草剤を用いるようになってきたことも樹勢低下を助長する要因になっている。

さらに、石灰資材の施用も少なく全県的に温州ミカン園のpHの低下が顕著で、近年多発している収穫後の果実腐敗の一要因として考えられている。また、pHの低下は露地栽培だけではなくハウス栽培においても目立ってきている(第5図)。以前は野菜のハウスと同様に、ハウスの栽培歴が長くなるにつれて土壤中に石灰が集積しpHは高くなっていた。そのため、ハウス栽培においては石灰資材の施用を控えてきたことや、加温時期が前進化してきたことにより栽培型が春枝主体から夏枝主体に移行し、かん水の方法や天井ビニールの除去期間が変わってきたことがpH低下の原因と考えられる。

一方、落葉果樹は温州ミカンに比べ、緩傾斜から平坦地に植栽されているため、ナシ栽培ではスピードプレイヤー等の機械の導入が容易である。そのためカンキツ同様に土壤物理性の劣悪化が目立つ。さらに、近年、難防除病害であるモンバ病の発生も多くなり収量の低下を引き起こしている。

(佐賀県果樹試験場 新堂高広)

4. 茶園－茶栽培における肥培管理と環境保全

1) はじめに

第3表 県内茶園うね間土壤の化学性

調査年	層	pH	EC (ms/cm)	腐植 (%)	有効態リン酸 (mg/100g)	交換性塩基(mg/100g)		
						石灰	苦土	加里
1977年 ^a	I	5.4	0.43	4.3	90	362	64	80
	II	4.6	0.32	3.0	11	141	43	66
1998年 ^b	I	4.0	0.40	7.0	276	97	37	73
	II	3.8	0.28	3.0	183	40	20	54

注) a) 土壤層位毎の採取で14茶園の平均値。

b) 表面から20cm毎の採取で20茶園の平均値

佐賀県の茶業は17世紀に嬉野町不動山に茶園が開墾されることに始まる。昭和20年代当初の茶園面積は約500haであったが、昭和40年代からは農用地開発事業による茶園の造成によって1,100haに至った。

現在は、約1,000haの茶園面積で約2,000tの荒茶が生産されている。品種は“やぶきた”がほとんどで、西九州茶連扱いで蒸し製玉緑茶が841t、蒸し製煎茶が412tで、釜炒り茶は26tとなっている。

県内主要茶産地の土壤は、嬉野町周辺は頁岩・砂岩由来の細粒質から礫質の黄褐色土、唐津地区は玄武岩を母材とする細粒の赤黄色土および七山地区の花崗岩由来の粗粒質黄色土に大別される。

2) 県内茶園土壤の状況

茶は深根性の永年作物とされるが、県内の古い茶園では有効土層が30cm程度の茶園が多く、一方で、1960年代以降、重機による排水対策と深耕が行われた茶園では、60cm以上の有効土層が確保され、根群域が深く、茶樹生育も旺盛な傾向にある。

土壤化学性については、すでに1977年頃から施肥の影響と考えられる低pH、可給態リン酸の蓄積が見られる茶園が多くなっている。1998年の調査結果では、交換性石灰、苦土の減少に伴いさらにpHが低下し、可給態リン酸の蓄積も進んでいる(第3表)。

3) 主要土壤タイプでの茶樹の生育及び品質

県内の茶園は頁岩、玄武岩、花崗岩を母材とする土壤に多い。地形や気象条件に差はあるが、それぞれの土壤において、茶樹の生育や品質への影響と改善方策について検討された。頁岩(藤津郡嬉野町)、玄武岩(東松浦郡北波多村)及び花崗岩(同七山村)地帯から採取した未耕作土壤をライシメーターに充填し(第4表)、2年生「やぶきた」を定植して慣行栽培を行った結果、1番茶収量は細粒質の頁岩、玄武岩土壤が優れ、粗粒質の花崗岩土壤が劣ったが、有機物を施用すれば同等の収量を示した(第5表)。

製茶品質(官能審査)や内容成分は花崗岩土壤が優れる傾向にあったが、有機物の施用によって、花崗岩土壤ではやや低下し、頁岩や玄武岩土壤では向上した。

4) 堆肥類の施用

県内茶園で施用される堆肥や粗大有機物は、牛ふん堆肥や稻わらが多く、これら有機物の適正施用量は2t/10a程度であることが明らかとなっている。しかし、近年は茶農家の高齢化等に伴い、茶園への堆肥類の施用は減少している。一方で、茶園のうね間に多量に還元される剪枝屑の未分解物の蓄積が問題となり始めており、この腐

第4表 供試土壤の化学性

供試土壤	pH	EC (dS m ⁻¹)	T-C (%)	T-N (%)	CEC (cmol ₊ kg ⁻¹)	Ex-Base (cmol ₊ kg ⁻¹)	Truog-P (mg/100g)		
					Ca	Mg	K		
頁岩	4.3	0.08	0.79	0.124	24.9	1.2	1.7	0.9	30.4
玄武岩	5.2	0.02	0.02	0.011	26.9	1.7	9.9	0.7	6.6
花崗岩	5.6	0.01	0.07	0.009	6.7	0.8	0.7	0.4	6.5

第5表 土壤タイプ毎の一番茶の収量・品質 (1995年)

供試土壤	芽数 (本/m ²)	百芽重 (g)	生葉収量 (kg/10a)	製茶品質 ^a (100点)	内容成分 (%)		
					全窒素	アミノ酸	タンニン
頁岩	950	63.7	253.3	76.5	5.1	3.2	14.2
玄武岩	958	64.0	240.0	69.5	5.2	3.2	14.5
花崗岩	850	64.1	193.3	78.5	5.9	3.9	14.2

注) a) 普通審査法による100点満点の官能審査評点

第6表 施肥量削減試験の結果

施肥量		試験年及び茶期									
		1年目		2年目		3年目		4年目		5年目	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	1
120kg/10a	収量kg/10a	324	660	661	673	918	768	671	457	406	
	審査評点 ^a	—	—	82.0	62.5	85.0	64.5	89.0	73.5	83.5	
70kg/10a	収量kg/10a	378	688	713	782	960	740	679	506	579	
	審査評点 ^a	—	—	83.5	60.5	86.5	62.0	89.0	76.0	87.0	

注) a) 普通審査法による100点満点の官能審査評点

熟促進対策が必要となっている。

5) 現場での施肥量削減の動き

佐賀県における施肥量は、1950年代までが窒素30kg/10a、リン酸及び加里が10kg/10aであったが、高度成長期にかけて窒素施肥量は70kg/10aまで増加し、それと共にリン酸、加里も増加した。しかし、現地の施肥量は県基準が窒素45kg/10aであった1966年には39kg/10aから93kg/10aと大差があり、また、大半の地区で県基準を大きく上回っていた。

品質を重視する茶の施肥では、なたね油粕、魚粕を始めとした有機質肥料が多用されてきたが、環境保全の高まりや公共用水中の硝酸性窒素等の環境基準値化、肥料費の増加、さらに近年は三番茶を摘採しない栽培体系が増加したこと等の背景から、1997年頃からは施肥量は減少している。施肥削減にあたっては、まず、窒素溶脱の多い夏肥への被覆尿素の導入や低地温時期に速効性肥料の割合を高めること等が行われた。これにより年間窒素施肥量は70kg/10a以下まで削減されたが（第6表）、その後さらに硝化抑制剤入り肥料の導入や施肥時期の見直し等を行いながら、現在50kg/10aを目標に段階的な施肥削減が取り組まれている。

しかしながら、施肥量削減が進む一方で、茶の収量、

品質低下への影響に対する現場の声も大きくなっています。生産性を維持した上で環境負荷も低減させるための技術開発がさらに必要な現状である。

（佐賀県茶業試験場 角 博）

引用文献

- 1) 佐賀県農業試験研究センター100年史, 1, (2000)
- 2) 九州農政局：佐賀平野における農業水利事業の沿革, 34, (1967)
- 3) 池田一徹ほか：圃場整備に伴う酸性硫酸塩土壤の改良, 佐賀農試研報, 26, 3 (1989)
- 4) 佐賀農林統計協会：情報と統計, 389, 13 (2003)
- 5) 水と道：上場台地物語 編集委員会 (1999)
- 6) 下山正一ほか：北部九州の地形と第4系(1998)
- 7) 池田一徹：有機物が土壤の物理性におよぼす影響に関する研究(1975)
- 8) 佐賀のかんきつ：第32回全国柑橘研究大会(1984)
- 9) 農林水産省九州農政局 唐津統計・情報センター (2003)

(3) 長崎県

1. 長崎県の農政と土地利用の変化

1961年農業基本法が制定されて以来農業生産の選択的拡大、農業構造改善、米の生産調整、みかん園地転換、農業生産基盤整備の施行に伴い、本県においても諸施策が講じられた。特に土地利用面でも狭地直し、農道や水田等の整備が行われ、土壤・土地条件に起因する生産阻害要因の解明と土壤改良、施肥改善が推し進められた。

1) 基盤整備事業の推進

1983年から2006年までを目標に策定された国の第四次土地改良長期計画に基づき、県営圃場整備事業により2,910ha、基盤整備促進事業862ha、水田営農活性化事業40ha、県営畠地総合整備事業913ha、水田農業確立対策推進事業400haなどの圃場整備事業が行われ、2000年度までに水田17,915ha、畠3,992haが整備された。1999年度には水田の整備率44%、畠地の区画整備15%、畠地灌漑施設整備率23%に達している。県営灌漑排水事業の受益面積5,219ha、県営水田農業経営確立排水対策特別事業の受益面積459ha、県営畠地総合整備事業の受益面積は3,445haに達している。また団体営灌漑排水事業は3,984haにのぼり、長崎県土壤分級図作成後の事業の受益面積でも1,639haに達している。これらの事業により湿田の乾田化が進んだ。また事業と並行して、広域営農団地農道整備事業、県営一般農道、農面農道の整備が進み農村環境は著しく変化し、有機物補給の偏在化と過不足の解消に役立った。基盤整備地区での土層改良、作土深確保のための客土、排水対策、整備時の土づくり資材の補給などが講じられ、土壤条件が大きく改良された農業地帯が多い。具体的項目でいうと表土の厚さ、水田の酸化還元性、土壤の乾湿、災害性、傾斜、侵食の程度に変化をも

たらした。また畠地総合整備事業により灌漑が可能となった地帯では土壤の過乾燥の心配がなく特産野菜の振興に繋がっている例も多い。

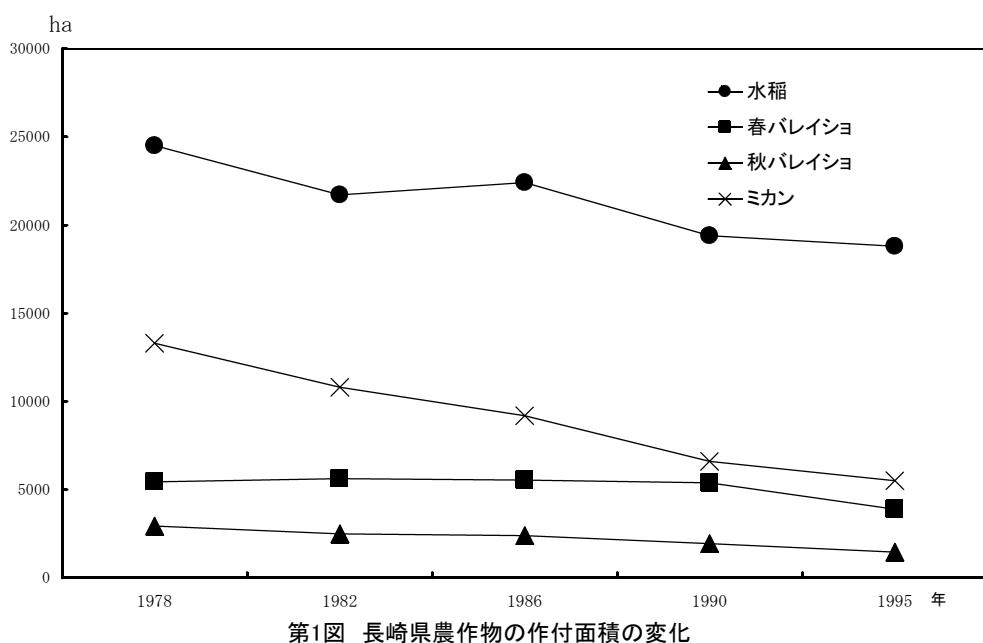
2) 水田転作

米の生産過剰と消費の低迷により1970年頃から生産調整を余儀なくされた。その面積は1970年2,784ha、1980年5,494ha、1989年7,648ha、1998年9,214ha、2000年9,495ha、2003年9,161haであった。1968年の水稻作付面積31,900haが2003年には14,200haに半減した。この間に飼料作物、大豆、野菜類への転作が進んだ。転作に野菜を導入した地帯では点的、面的に土壤中の窒素、リン酸、カリなどの養分蓄積が増加傾向にあり作土深、有効土層の深さ、養分の豊否に著しい変化が認められた。水稻の単収は台風、寡日照など気象要因に左右されることが多く、1987年には7月～8月は寡照、7月16日台風5号、8月3日台風12号、1991年台風17号、19号、1993年は冷夏日照不足による穗数、粒数不足、台風13号による粒ずれ、いもち病の多発などで減収した。普通期の奨励品種としては、1993年にユメヒカリ、1998年にはコシヒカリ、どんとこい、愛知93、ヒノヒカリ、かりの舞など良食味品種の奨励がなされ、良質米の生産が図られた。農業者の高齢化が進む中、麦・大豆の振興、土づくりと化学肥料の節減、家畜糞堆肥の有効利用、生産資材費低減などの対策が講じられたが、ケイ鉄など重量物の運搬が困難となり土壤中の、遊離酸化鉄含量が減少する地域が多くなった。

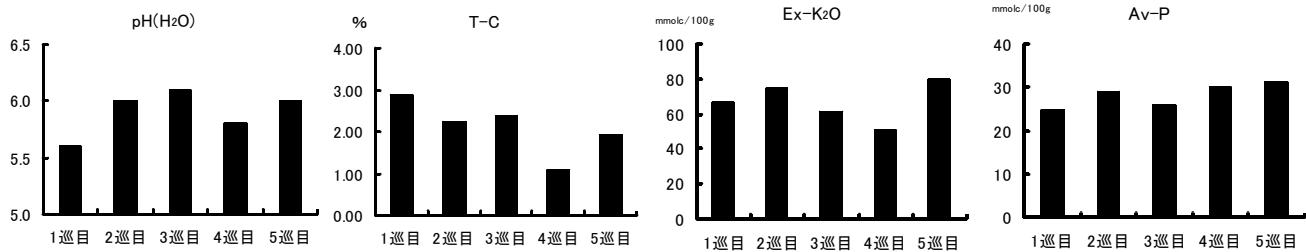
3) 振興作物の変化

農作物の需要、価格の趨勢に沿って高収益作物の導入が進んだ。第1図に長崎県の作物別作付面積の推移を示したが、澱粉用カンショ、桑などが衰退し、麦が減少している一方、アスパラガスやイチゴなどの軽量野菜の産地化が進みより集約化、高品質化が進む中で土壤養分の蓄積が進んでいる。

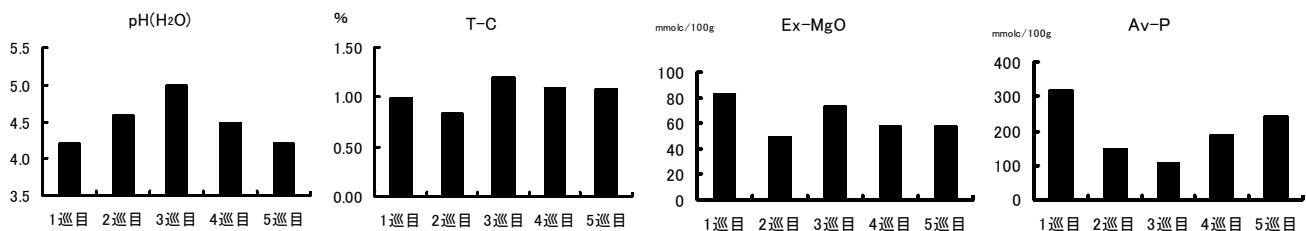
県の施策としては、野菜振興計画に基づき戦略品目・地域振興品目の拡大、施設化、省力化、低コスト・高品質生産対策、環境にやさしい野菜生産への取り組みが強化された。特にイチゴ、アスパラの生産振興、バレイショ畠の地力維持対策などの取り組みがなされ



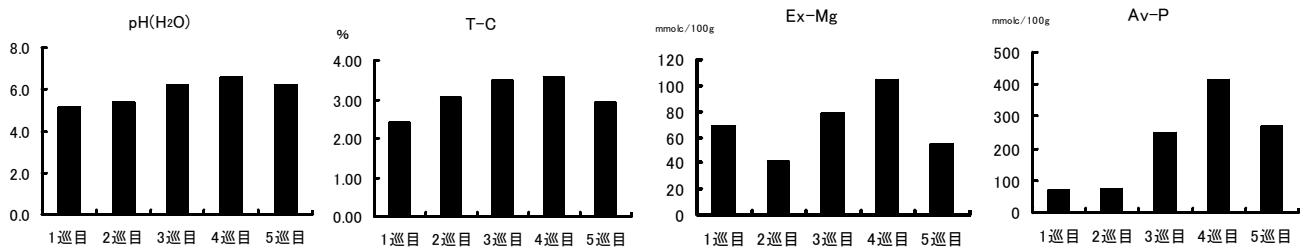
水稻



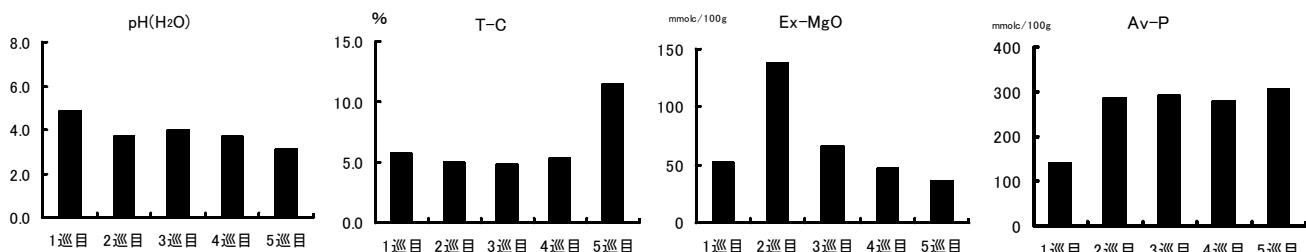
バレイショ



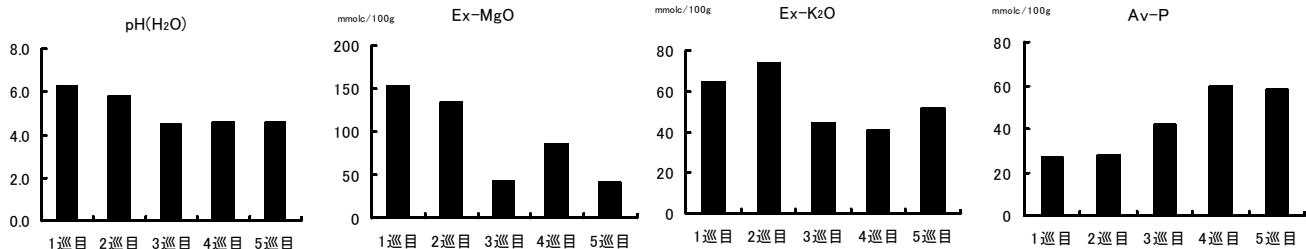
野菜



茶



ミカン



第2図 作物別化学性の経時変化

た。アスパラガスでは1999年の作付面積86haから2002年には135haに達し、その間単収も1,614kg/10aから2,000kgに増加した。イチゴでは栽培技術の進展により多収性品種「とよのか」の導入が図られ、高設栽培等の施設の

面積が増加した。

果樹では輸入果実の増大や消費嗜好の変化によりミカンの需要が減少し価格の低迷により作付け面積が減少している。

県の施策としては果樹農業振興計画に基づき園転事業、ミカンでは高糖度化のためのマルチ栽培による高品質化生産指導、ブランドさせぼ温州の中の「出島の華」や、びわ新品種「涼風」「陽玉」の生産振興が図られている。

畜産では低コスト経営、省力化が進み、多頭飼育による経営改善が図られる一方、家畜排泄物処理に苦慮しており、一部の飼料畑、野菜畑では家畜ふんの施用量が増え、養分の過剰蓄積が懸念されている。

茶では品質向上による銘柄確立、五島地域の新産地育成が図られている。環境保全型農業の普及・定着のため土づくりと施肥量の低減が急速に進められている。

4) 土づくり

各農業改良普及センターや全農の土壤診断室に総合分析計が導入され施設野菜、露地野菜を中心に果樹園、茶園、水田など年間数千点の土壤分析が実施され、農家に直接処方箋が戻されている。特に土壤pH、EC、交換性陽イオン、可給態リン酸などについて生産者、農協職員の協力を得ながら分析がなされている。施設園芸では養分過多の土壤が多く、処方箋に基づいた施肥が必ずしも行われていない。県では土壤診断基準を設けているが、有効態リン酸含量、土壤pHの上限値設定が作目ごとに設定されていないため、診断結果に基づく施肥量を決定するのに苦慮している。

県の施策では構造改善事業、畜総、生産総合、環境保全の各種事業により堆肥舎の建設が促進されたが耕畜連携が不十分で、有機物の施用量に偏りがみられる地域もある。

土づくり運動により、全般に養分の豊否（腐植、交換性塩基、可給態リン酸、可給態窒素）の改善が図られたが、水田の可給態ケイ酸、遊離酸化鉄含量の診断が少なく改善が認められない地帯もある。

2. 農耕地土壤の化学性の変化

気象、地形、肥培管理等の自然、人為等により変化する土壤の化学性について経時的に調査を行った。行政区域で分け1979年に島原半島東部、西彼杵半島、下五島地域、1980年に島原半島西部、北松、壱岐地域、1981年諫早・北高、佐世保、平戸、上五島地域、1982年大村・東杵、長崎・野母崎、上県、下県地域を調査し1983年をとりまとめ年として1巡し、5巡まで調査を行った。土壤の理化学性が土壤の種類や肥培管理によって異なるため

ばらつきが大きかったが、作目ごとの代表地点について検討した。その結果を第2図に示した。

1) 水稻については土壤pHや交換性陽イオンの変化は少ない傾向にあるが、T-C含量が低下傾向にある。有機物の補給が不十分な水田が多いものと思われる。

2) バレイショについては最近、土壤pHが低下傾向にある。T-Cは有機物の補給が十分なところもあり、この地点でも低下していなかった。交換性苦土含量、可給態リン酸含量は土壤診断基準値以上確保されていた。やや施肥過多の傾向にある。

3) 野菜畑では土壤pH、T-C、交換性苦土含量、可給態リン酸含量とも増加傾向にあるが5巡目がやや低下したものの土壤診断基準値以上であった。作付け品目の変遷もあり変動が大きい。

4) 茶園では土壤pHと交換性苦土が低下傾向にあり可給態リン酸含量の変動が少なかった。一般には可給態リン酸含量が増加している事例が多い。

5) びわ園では土壤pH、交換性苦土および、可給態リン酸含量が減少傾向にあった。

6) ミカン園では土壤pH、交換性苦土及び、交換性カリが減少、可給態リン酸含量が増加傾向にあった。ミカン園では価格低迷により施肥量や土改材の施用量が減少傾向にある。

3. 今後の試験研究の取り組み

2002年の総合農林試験場、果樹試験場、畜産試験場の農林部関係三試験場は「長崎県農林業試験研究の推進構想」を策定した。県農林業の発展の方向性や将来展望に沿いつつ、生産現場の課題解決に直結し、かつ農林業者の実践に役立つ技術開発を行うことを理念に重点的な試験研究の推進方向と達成目標を明らかにして計画的かつ効率的に研究を実施するため七つの研究目標を定めた。ここで土壤肥料分野では「環境保全型農林業技術の開発」研究を掲げ、「水田作における環境保全型栽培技術の確立」、「畑作地帯における環境負荷低減のための肥培管理技術の開発」、「有機性未利用資源の地域循環システムの開発」を基本課題に設け現場に直結した問題解決にあたることとした。2003年4月からは産官学連携等横断的・総合的研究に取り組むために県の7公設試験機関を連携・統括するため科学技術振興課に統括された。

(長崎県総合農林試験場 永尾嘉孝)

(4) 熊本県

－ 環境と調和した活き活き農業を目指して －

1. 農業生産の柱は施設園芸

熊本県は九州の中部に位置し、変化に富む地形や気象条件を背景に多様な農業生産が営まれている。熊本県で生産される品目のうち全国第1位の生産量を誇るものはスイカ、トマトの施設果菜類をはじめ、デコポンおよび甘夏みかん、ならびにいぐさであり、その他メロン、イチゴ、ナスの果菜類が上位にランクされている。2001年度の農業産出額は3,294億円と全国の3.7%を占めているが、1990年の4,016億円をピークとして近年減少傾向にある。これは野菜生産が増加している一方で、果樹や工芸作物あるいは肉用牛など他部門の農業産出額が大きく減少しているためである。

このように、本県の特徴は農業産出額の32%余りを占める野菜、特に施設果菜類が農業生産に大きく貢献していることである。このような背景を受けて、安全、高品質、低コストを目標に、新品種の育成や新しい生産技術の導入などによる地域特性を活かした農産物づくりを進めている。

2. 農耕地土壤の地力には黄信号が点滅！

土壤肥料の主要研究目的は、生産基盤としての農耕地土壤の地力実態評価と適正な土壤管理法の確立である。県内耕地は面積137,000haに及び、そのうち水田土壤が56%を占め、残りは畑および樹園地土壤である。水田土壤は、灰色低地土、グライ土および多湿黒ボク土の3土壤が主体であり、畑・樹園地土壤では黒ボク土が全体の60%程度を占める。

様々な農業生産活動に伴う地力実態の変動は数十年にわたるモニタリング調査によって明らかにされている。その最近の成果によれば、県内の土壤地力は、水田土壤では有機物の投入量低下に伴う土壤腐植含量の減少やケイ酸質資材の施用量不足による可給態ケイ酸含量の減少、畑や樹園地では資材投入に依存した集約的栽培が繰り返された結果、リン酸やカリウムなどの土壤中での集積が顕著に認められている。とりわけ、水田ならびに畑の両者で行われるナスやスイカなどの施設栽培においては、資材投入量から作物による吸収量を差し引いた窒素収支(+)が大きく、土壤に残存する窒素量の上昇が顕著である。また、これら施設園芸地域と地下水涵養地域が重なり合って存在している上に、人口60万人以上の熊本市が飲料水の多くを地下水に依存しているため、作物栽培跡の農耕地に残存する硝酸性窒素による地下水汚染は深刻な問題としてクローズアップされている。

以上のように、本県の農耕地土壤のうち、農業生産の中心となる施設園芸では高生産性や高品質化を追求する反面、労力軽減のための化学肥料への依存度の増大や堆

きゅう肥の施用量減少による地力の低下、ならびに多収をねらった過剰な養分投入による環境負荷の増大などの大きな問題を抱えている。したがって、持続的で環境にやさしい農業生産を実現するため、土づくりを基本として有機質資材や肥効調節型肥料などを利用した養分制御技術、あるいはマルチ資材等利用による環境制御技術を開発、普及することに主眼をおいた土壤肥料研究に現在取り組んでいるところである。

3. 活き活き熊本農業への取り組み

1) 高品質農業に関する取り組み

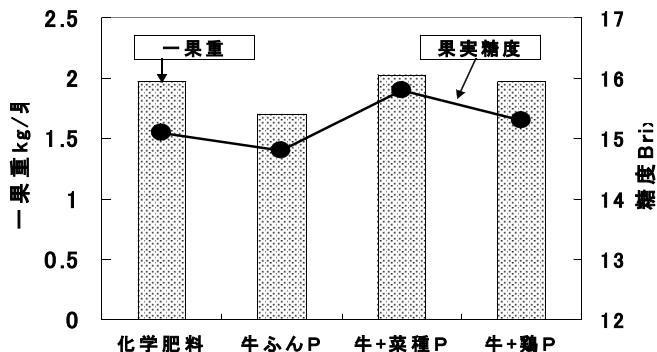
施肥に関する研究では、養分集積による環境負荷を防止しながら高品質野菜生産を目指して、土壤や資材からの養分供給シミュレーションによる評価法を検討している。作物毎によって異なる養分吸収に応じ、しかも収量を慣行体系並みに維持しながら収穫後の土壤に過剰の肥料成分が残らない技術開発のポイントは、きめ細かな養分管理を実行することにある。果菜類の品目や作型によって変わる養分要求性を満足させるため、肥料や資材の組み合わせに加えて、十分な養分吸収が行えるように、肥料だけでなく土づくり資材としての堆肥や土壤からの窒素供給力をシミュレーションモデルによって評価する地力評価および活用技術を開発している。

たとえば、地力活用技術ではスイカとメロンの果菜類作付体系においては、毎作施用する牛ふん堆肥ならびに土壤から供給される窒素供給力を評価し、これに基づいて促成スイカでは化学肥料の50%減肥、抑制メロンでは60%の減肥によって慣行栽培と同等以上の高品質な果実生産が可能であることを明らかにしている。この有機質資材や土壤からの窒素発現量評価に基づく地力活用型の高品質生産技術としての有効性は、他の野菜品目や作付体系においても検証され、減化学肥料栽培技術の一つとして野菜生産の盛んな地域において定着してきている。

2) 環境に配慮した農業技術への取り組み

環境に配慮した農業技術では、肥効調節型肥料と有機物の適正利用に関する技術開発に取り組んでいる。最近、地産地消が叫ばれているが、土壤肥料部門では県内の地場肥料メーカーであるT社製の被覆尿素肥料をはじめとする肥効調節型肥料を利用した地域特産作物の環境保全型生産技術に取り組んでいる。

肥効調節型肥料のもつ最大のメリットは、接触施肥によって窒素利用率が飛躍的に向上するため減肥が可能な点である。1998年から2002年まで、熊本県農業研究センターでは「農耕地からの窒素負荷軽減のための合理的施肥技術の確立」に関するプロジェクト研究を実施している。この中では、露地野菜、施設野菜、茶、果樹、いぐさ、飼料作について、経営評価までを含めた環境保全型農業の基幹技術として肥効調節型肥料利用技術を位置づ



第1図 成分調整堆肥のアールスメロンに対する施用効果(Pは成分調整成型堆肥を意味する)

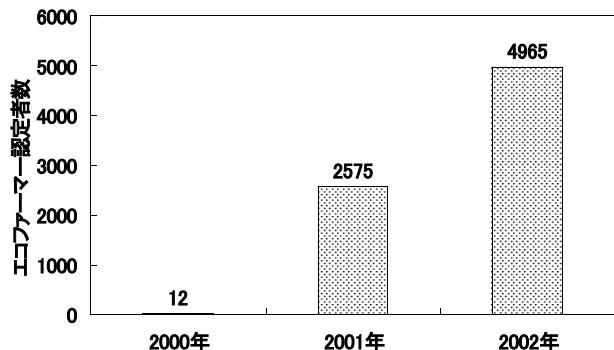
けて総合的に取り組んできた。各品目において肥効調節型肥料を利用することによって従来の窒素施肥基準の20%～30%を減肥しても慣行施肥に比較して同等以上の品質・収量を確保できることを確認している。現在、各品目毎の施用マニュアルを作成し、普及情報として広報に努めているところである。

一方、家畜ふん堆肥をはじめとする有機質資材の利用法については、成分調整成型堆肥を中心とする肥料化技術について広範囲な取り組みが行われている。成分調整成型堆肥とは、県内で産出量が多い牛ふん堆肥の欠点、すなわち窒素の肥効が低い、相対的にカリウム含量が高く集積しやすいなどを改善するために、成分組成の異なる他畜種の家畜ふん堆肥や有機質肥料と混合して成分を調整し、これを成型加工してハンドリング等を向上させたものである。このようにして製造した成分調整成型堆肥を用いたメロンやトマトの果菜類栽培では、窒素の化学肥料代替率を作型に応じて40～60%とした施用法により、慣行の化学肥料施用と同等以上の収量や糖度あるいは商品果率の果実生産が可能であることを実証している

(第1図)。この成分調整成型堆肥利用技術は、現在行政や普及あるいはJA等農業団体による取り組みが本格始動しており、施設果菜類に加えて、水稻、ニンジンやホウレンソウ等の露地野菜、あるいは果樹に対する耕畜連携に基づいた生産技術として現地定着が期待されている。

3) 消費者ニーズに応えられる農産物生産への取り組み

最近特に目立っているのが、エコファーマーの増加である。2003年3月現在4,965名の農家(全国の19%)がエコファーマーに認定され、土づくりを基本とした減農薬、減化学肥料栽培に取り組んでいる(第2図)。これには、



第2図 エコファーマーの年度別認定者数

前述した地力活用技術や肥効調節型肥料等の利用技術によるサポートが欠かせない。

土壤肥料分野では、病害虫防除までを含めた技術開発にも取り組んでいるが、関連する研究の中では、水稻に対するケイ酸供給が興味深い。水稻がケイ酸をよく吸収することはよく知られているが、ケイ酸質資材を使って水稻中のケイ酸含有量を高めることが食味改善だけでなく、病虫害抵抗性をも付与することが確認されている。とりわけ、西南暖地で多く見受けられるスクミリンゴガイによる水稻食害に対するケイ酸質資材の軽減効果は、ケイ酸の機能をうまく活かした高品質でしかも減農薬栽培に寄与する研究として注目されている。

4) 活き活き農業をサポートする土壤肥料の役割

最近の消費者が好む安全・安心な品質を維持しつつ、環境への窒素負荷を削減できる技術開発が土壤肥料研究に要求されている。しかし、地域の土壤条件や農家によって異なる多様な生産体系において、高品質な農産物を安定的に生産し、しかも化学肥料を極力少なくという難しい養分要求を満たすには、農耕地の地力実態を的確に把握するためのモニタリング調査や地力維持増強のための土壤管理法の開発と肥効調節型肥料等資材のもつ特性を最大限に利用した既存技術の総合化・体系化が必要である。さらに、農産物中の健康関連成分の富化や農薬残留問題など他部門と連携した研究推進も強く求められており、今後、熊本県が進める安全、高品質、低コストの農産物づくりにおいて土壤肥料が果たす役割は益々大きくなると予想される。

(熊本県農業研究センター 郡司掛則昭)

(5) 大分県

1. 大分県の農業と土壤

大分県の農業は豊後水道に隣接する沿岸部の標高0m地帯から、九州最高峰の久住連山の裾野に位置する標高800m以上の飯田高原に至るまで極めて多様な地形や自然条件のなかで営まれている。

このように多様な条件下にある本県農業の生産安定を図るために、県下に分布する耕地土壤の基本的な性質を把握し、必要な改善対策を明らかにする必要がある。そこで、国の事業の一環として1959～1974年までの16年間にわたり「地力保全基本調査」に取り組んだ。この調査により、大分県の耕地土壤を10土壤群、33土壤統群、85土壤統に分類するとともに、その分布と土壤生産力可能性分級等土壤の基本的な性質が明らかになった。

調査結果を土壤群別に示した第1表をみると、全耕地面積86,067haのうち約62%に当たる53,570haが水田であり、畑地は17,872ha、樹園地は14,425haとなっている。さらに、それぞれの地目ごとに土壤群の占める割合をみると、水田では灰色低地土が53%と最も多く、県北部を中心にはほぼ県下全域に分布している。次いで黄色土が16%、多湿黒ボク土が12%、グライ土が11%を占めている。

また、畑地は黒ボク土が55%と最も多く、主として中山間地域に位置する大野川上中流域や飯田高原等に分布している。大野川中流域では畑地かんがいを利用したカンショ、サトイモやタバコ等の露地作物が栽培されている。標高400m以上の高標高地では夏期の冷涼な気候を活かした夏秋トマトやキャベツが栽培されている。次いで県北部を中心に分布している褐色森林土が38%を占め、主としてハクサイ、ダイコン、スイカ等の露地野菜が栽培されている。

樹園地では褐色森林土が大部分で67%を占める。最も分布面積の広い国東半島地域や中南部沿岸地域では主

として柑橘類が栽培されており、県北部地域ではナシやブドウの栽培がおこなわれている。その他では、黒ボク土が樹園地面積の21%を占めている。

2. 農耕地土壤の理化学性

作物の生育の場である土壤環境について、時間的経過の中でその変化を総合的に把握し、適切な土壤管理対策策定のための基礎資料を得ることを目的として、1979年から農林水産省の土壤保全対策事業の一環として「土壤環境基礎調査」に取り組んだ。

調査は第1図に示した地域区分に基づき、5年を1巡として、初年目は中南部沿岸地、2年目は中山間地域、3年目は県北部地域、4年目は国東半島地域を調査対象とし、5年目をその巡の調査結果の集計に当てた。このようにして、1巡目は1979～1983年、2巡目は1984～1988年、3巡目は1989～1993年、4巡目は1994～1998年に実施した。

1) 水田

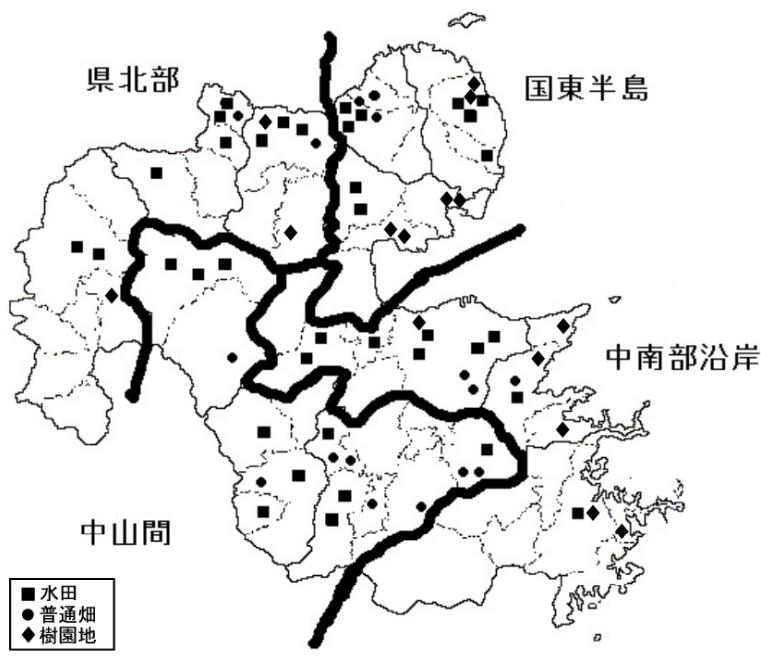
分布面積の広い灰色低地土や黄色土では明らかに作土深が浅くなる傾向がみられ、第2図に示した全調査地点を対象にした作土深別の度数分布からも、1巡目の調査では作土深14～15cmの分布が最も多かったのに対して、4巡目では12～14cmの分布が多くなり、作土深の減少傾向が伺えた。さらに、土壤のpHは灰色低地土、黄色土、灰色台地土とも上昇傾向が伺え、1巡目と4巡目との間に灰色低地土では0.1%水準で、また黄色土では1%水準で有意差が認められた。全窒素及び全炭素含量は各土壤群とも増加する傾向が認められた。可給態窒素は多湿黒ボク土では低下しているものの、分布面積の広い灰色低地土で増加する傾向がみられた。可給態リン酸は土壤の特性を反映して他の土壤群に比べて多湿黒ボク土で全体的に小さな値であったが、各土壤群ともやや増加する傾向がみられた。これらの値を本県で採用している耕地土壤の改良目標値をもとに、その適合度について検討した結果、灰色低地土水田の作土深については目標値である15cmを基準にすると、1巡目に41%あった目標値に満たない浅耕地点が巡とともに増加し、4巡目の調査で

第1表 地域別・地目別土壤群の面積

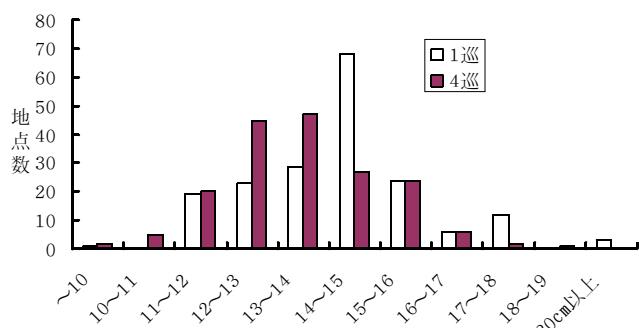
単位: ha

土壤群名	地域別面積					地目別面積		
	県全体	中南部沿岸	国東半島	中山間	県北部	水田	畑	樹園地
黒ボク土	12,802	1,970	2,785	6,475	1,572	—	9,792	3,010
黒ボクグライ土	170	—	—	170	—	170	—	—
多湿黒ボク土	6,625	1,695	720	3,802	408	6,625	—	—
褐色森林土	16,540	4,050	7,120	845	4,525	—	6,855	9,685
灰色台地土	3,890	970	860	1,380	680	3,890	—	—
グライ台地土	20	—	—	—	—	20	—	—
黄色土	9,140	2,885	1,430	3,320	1,505	8,410	—	730
褐色低地土	1,960	1,630	60	—	270	60	900	1,000
灰色低地土	29,118	5,660	6,558	6,523	10,377	28,593	325	—
グライ土	5,802	1,120	1,727	645	2,310	5,802	—	—
合計	86,067	19,980	21,260	23,160	21,647	53,570	17,872	14,425

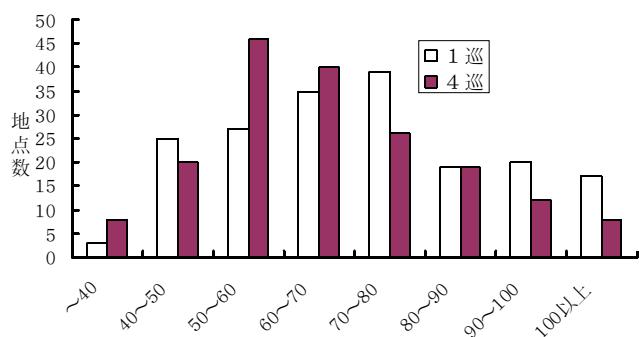
地力保全基本調査 (1959～1974)



第1図 地域区分及び調査地点の位置図
土壤環境基礎調査（1979）



第2図 水田土壤の作土深の度数分布
土壤環境基礎調査（1978～1999）



第3図 水田土壤の塩基飽和度の度数分布
土壤環境基礎調査（1978～1999）

は全体の67%を占めた。なお、黄色土水田でも同様の傾向がみられた。しかし、黒ボク水田ではこのような傾向はなく、4巡目には作土深15cm以上の圃場が全体の89%と、そのほとんどが目標値に達していた。

塩基飽和度は第3図に示したように、2巡目以降漸減する傾向はあったものの、灰色低地土及び黄色土では4

巡目でも改良目標の上限値である80%を越えている地点がなお15～17%存在した。また多湿黒ボク土では、同じく塩基飽和度が70%をこえる地点が11%存在した。逆に、各土壤群とも改良目標値に満たない地点が10～25%存在したが、巡による増減傾向は明らかでなかった。

2) 畑

大分県の畠地土壤は大部分が黒ボク土と褐色森林土で占められ、両土壤群で県内の畠地面積の93%を占めている。これを地域別にみると、中山間地に分布する畠地は大部分が黒ボク土であり、県内の畠地面積の約55%を占め、その他の地域では褐色森林土が畠地土壤の主体である。

土壤の陽イオン交換容量及び交換性塩基は、陽イオン交換容量の大きい黒ボク土で各巡とも交換性塩基が高く、次いで褐色森林土で高い値を示した。これらの土壤群に比べて陽イオン交換容量の小さい褐色低地土や灰色低地土では、交換性塩基の値も小さかった。さらに、交換性塩基の経時的な変動を土壤群別にみると、黒ボク土では交換性苦土が、また、褐色森林土では交換性石灰がそれぞれ増加する傾向が伺えた。

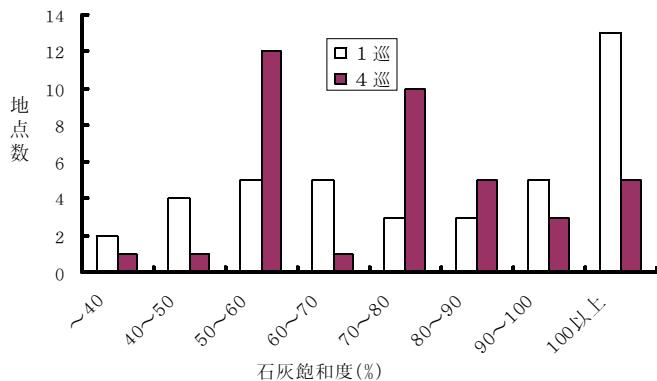
第4図に示した各調査地点の石灰飽和度について度数分布をみると、1巡目には石灰飽和度が100%以上の高い値を示す地点が最も多かったのに対して、4巡目にはこのような地点が減少した。さらに、1巡目に比べて4巡目では、石灰飽和度が50%以下の小さな値を示す地点が減少し、50～60又は70～80%の地点が増加している。このことは、畠地土壤中における交換性塩基の過剰や不足状態が改善されつつあることを示している。

次に土壤中の可給態リン酸についてみると、いずれの土壤においても高くなる傾向がみられた。なかでも、畠地としての利用面積が広い褐色森林土で可給態リン酸が最も大きな値を示した。各調査地点について可給態リン酸の濃度別度数分布を示した第5図からもわかるように、可給態リン酸が100mg以上の高濃度を示した地点が1巡目と比べて4巡目で増加した。

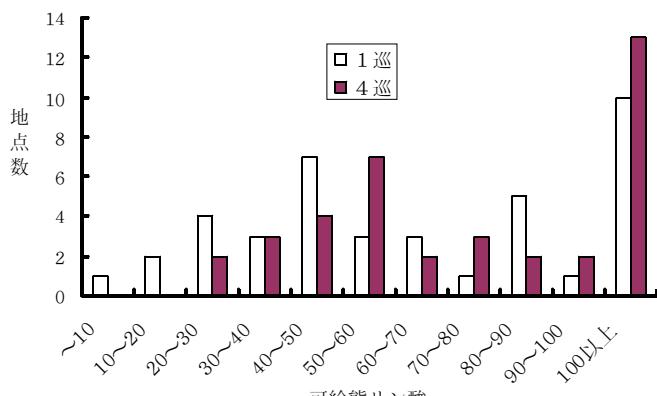
さらに、1巡目には可給態リン酸が20mg以下の地点があり、40～50mgの濃度域の地点が最も多かったのに対し、4巡目では20mg以下の地点がなくなり、50～60mgの濃度域にある地点が増加する等、リン酸の集積傾向が伺える。

土壤中の全炭素や全窒素も、陽イオン交換容量や交換性塩基の場合と類似した傾向を示し、黒ボク土で最も高く、次いで褐色森林土、褐色低地土、灰色低地土の順に低い値であった。

塩基飽和度については目標値の上限を超える地点が多く、黒ボク土で32～38%，褐色森林土で92～100%の地



第4図 畑土壤における石灰飽和度の度数分布
土壤環境基礎調査 (1978~1999)



第5図 畑土壤の可給態リン酸含量の度数分布
土壤環境基礎調査 (1978~1999)

点が各巡とも上限値を越えていた。そのためpHも目標値の上限である6.5を越える地点が多かった。

一方、黒ボク土と褐色森林土について交換性塩基バランスをみると、Ca/Mg比については適正値に満たない地点が増加する傾向があつた。これは両土壤群において苦土が増加しているためと考えられる。さらに、Mg/K比については土壤間でその傾向が異なり、適正値より小さい値を示す地点が黒ボク土では減少し、褐色森林土では増加する傾向がみられた。可給態リン酸についても、黒ボク土で1巡目に目標値に満たない地点が30%あったものの、リン酸が富化している傾向のなかで、2巡目以降はほとんどの地点で目標値を満たしていた。

3) 樹園地

最も面積の大きい褐色森林土では、土壤のpHが調査周期とともに低下する傾向がみられ、同時に交換性石灰も低下傾向を示した。なお、対象面積は小さいものの、灰色低地土でも同様の傾向があつた。その他の土壤群における土壤pH及び交換性塩基には、巡による増減はみられるが一定の傾向は認められなかった。

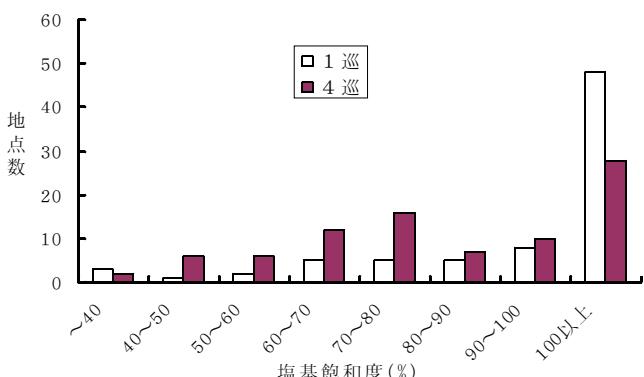
これらを第6図に示した塩基飽和度の度数分布でみると、1巡目に比べて4巡目では塩基飽和度100%以上の過飽和となっている地点が減少し、100%以下の地点のう

ち60~80%の地点が特に増加した。このことは、対象面積とともに調査地点数の多い褐色森林土における交換性石灰の減少が反映されたものと考えられる。

可給態リン酸は1巡目から全体的に大きな値を示し、黒ボク土を除いた他の土壤群ではいずれも100mgを超えており、リン酸の集積傾向がみられた。同様に、可給態窒素にも全ての土壤群で増加する傾向がみられた。

これらの結果を土壤改良目標値と比較すると、対象作物や土壤群によって傾向が異なり、巡とともにpHはミカン園、ナシ園とともに褐色森林土では適正域より高い地点が増加し、黒ボク土では逆に減少する傾向があつた。

また、塩基飽和度は全体的に適正域を超える地点が多く、巡による変動も大きかった。これに対して黒ボク土ではミカン園、ブドウ園とも2巡目以降に適正域より高い地点が増加した。塩基バランスについては、ミカン園、ブドウ園ともMg/K比が適正域以下の地点が多く、黒ボク土のミカン園では、巡とともに適正域にある地点が減少し、適正値に満たない地点が増加する傾向が認められた。また、Ca/Mg比については全体的に適正域を超える地点が存在したが、1巡目に比べて4巡目でその割合は減少した。



第6図 樹園地土壤の塩基飽和度の度数分布
土壤環境基礎調査 (1978~1999)

3. 施肥及び土壤管理実態

調査圃場の営農実態や肥培管理、土壤管理状況について行ったアンケート調査の結果から、水田における麦作を除き、水稻、畑地、樹園地とも窒素、リン酸、カリの施用量が1巡目に比べて4巡目で約20%程度の減少傾向がみられる。その原因として、水稻では近年の良食味米生産に対する配慮から、施肥量を控えようとする農家意識が反映されていることが考えられる。また、畑地では環境保全に対する意識の高まりと土壤診断に基づく過剰施肥の抑制が一因とも考えられる。

有機質資材等土壤改良資材の施用状況は、水田では堆肥の平均施用量は増加しているものの、施用している農家の割合は約半数に減少し、4巡目の調査では調

査対象農家の約12%と極めて低い値を示した。しかし、稻わらや麦桿については調査対象農家のうち約24%が還元しており、還元する農家の割合や還元量ともに変化はみられなかった。また畑地では約62%の農家が堆きゅう肥を施用しており、施用農家数や平均施用量について変動は認められず、ほぼ一定の水準を維持していた。ただ、稻わらや麦桿を土壤還元している農家数は4巡目には調査対象農家89戸中4戸と激減していた。

樹園地では、1巡目と4巡目で堆きゅう肥や稻わら、麦桿とも、施用農家割合や施用量に大きな変動はみられなかった。

石灰質資材の施用状況について、水田では1巡目に比べて4巡目で施用している農家数は7%に減少し、平均施用量も約20%減少した。このことが、前述したように灰色低地土水田における交換性石灰の低下をもたらしたものと考えられる。畑地や樹園地においても施用農家の割合、平均施用量ともに減少した。これは、畑地においては石灰飽和度の頻度分布の項で触れたように、1巡目に100%以上の過飽和圃場が多かったためこのような圃場で石灰質資材の施用を控えたことによるものと考えられる。また、樹園地においても前述のように交換性石灰が減少しており、石灰質資材の施用量の減少を裏付けている。

リン酸質資材の施用は、水田では施用農家の割合や施用量が増加している。このことは、水田土壤中の可給態リン酸が上昇傾向にあることとも一致している。しかし、畑地及び樹園地ではリン酸質資材の平均施用量に大きな変動はみられない。そのため、畑地や樹園地の可給態リン酸が依然として高レベルを維持しているものと考えられる。

水田におけるケイ酸質資材の施用農家割合は半減しているものの、同資材を連年施用する場合は少ない。このことを考慮すると、施用量としては10a当たり130～150kgが2～3年間隔で施用されることになる。そのため、土壤分析の結果でみられたように可給態ケイ酸が増加したものと思われる。

引用文献

- 1) 大分県：地力保全基本調査総合成績書(1978)
- 2) 農林水産省農蚕園芸局農産課：土壤環境基礎調査における土壤、水質及び作物分析法(1979)
- 3) 大分県農政部：主要農作物施肥及び土壤改良指針(1994)
- 4) 大分県農政部：地力培養基本指針(1982)

(大分県農業技術センター 矢野輝人)

(6) 宮崎県

1. 農業の概要

宮崎県は、九州の東南部に位置し、太平洋沿岸の宮崎市では平均気温17.3°C、降水量2,457mm、日照時間2,099時間で温暖多雨であるが、九州山地には日本最南端のスキー場もあるなど、垂直分布では亜熱帯から温帯要素までの多様な自然条件となっている。

総面積は773,400haで全国のほぼ2%となっており、林野率が76.3%と広く、耕地率は10%未満である。

農業粗生産額は、1980年の2,705億円が2000年には3,128億円(総生産の4.4%)と増加しているが、比率は減少している。また、産業別就業構成に占める農業比率も、1980年には21%であったものが、2000年には11%と減少傾向である。

2000年の統計資料で作付面積の多いものは、飼料作物32,300ha、水稻21,900ha(うち早期水稻9,300ha)、野菜11,300haである。農業粗生産額は、畜産1,661億円、野菜597億円、米273億円、工芸171億円、花き126億円、果樹122億円で畜産物が過半を占めている。

品目別では、肉用牛(全国3位、以下順位のみ)、豚(2)、ブロイラー(2)、米(31)、キュウリ(3)、葉たばこ(1)、生乳(15)、ピーマン(1)、かんしょ、ひな、トマト(13)、みかん(14)、メロン、だいこん(4)、鉢もの類、さといも(2)、茶(4)、ごぼう、いちご、きく、スイートピー(1)、きんかん、にんじん、にら、ぶどう、スイートコーンが上位となっている。その他にマンゴー、ニガウリ、日向夏などの特産物がある。

2. 農耕地土壤

宮崎県の地質概観は県西北部は、秩父古世層(石灰石含む)が主体であり一部に花崗岩が貫入している。中部は中世層(四万十累層)が広く分布し、東部には尾鈴酸性岩が貫入している。南東部は新生代(第三紀)が基岩となっている。約22,000年前に始良カルデラ起源のシラ

第1表 宮崎県の農業統計データの推移

	1980	1985	1990	1995	2000年	
総農家数	83,138	78,127	68,612	61,866	56,195 戸	
農業就業者	138,709	129,571	113,228	86,210	77,916 人	
耕地面積	83,700	80,700	76,600	74,200	71,700 ha	
(うち田)	43,800	42,200	40,900	39,900	38,900 ha	
農業産出額	2,705	3,265	3,745	3,466	3,128億円	
米	13.9	14.7	9.8	13.8	9.1 %	
構	野菜	16.1	17.1	20.9	20.9	19.9 %
成	果実	2.8	3.0	3.2	4.2	4.2 %
比	花き	0.5	0.8	2.1	3.6	4.0 %
率	工芸	5.7	4.5	4.3	5.0	5.6 %
畜産	54.4	53.8	54.7	47.3	52.3 %	

ス、約6,500年前に喜界カルデラ起源のアカホヤなどが降下し、また、霧島、桜島、阿蘇等の火山灰が累積しており、一般的に火山灰台地は原(バル)の接尾語がついた地名で呼ばれている。主要河川沿いには沖積作用により、低位段丘堆積物が分布している。

農耕地土壤は、1959～78年に行われた地力保全基本調査により、農耕地土壤分類2次案では11土壤群、32土壤統群、91土壤統に分類されている。

水田は河岸沿いの平野部や河川流域に分布し、灰色低地土が56%と大部分を占め、次いで多湿黒ボク土28%，グライ土11%，褐色低地土3%，泥炭土2%等であったが、基盤整備でグライ土、泥炭土は、減少しつつある。

畑地は91%と大部分が黒ボク土で、砂丘未熟土3%，褐色森林土3%，褐色低地土3%等となっている。

火山灰を母材とする土壤が多いため、リン酸吸収係数などの生産力阻害要因が大きい土壤が広く存在しており、安定的な農業生産力を維持するために、様々な土壤改良対策が行われてきた。

耕地面積は、都市近郊の宅地化、中山間地の耕作放棄などで水田、畑とも減少傾向が続いている。

3. 土壤の変化

1) 肥培管理

土壤保全対策事業の土壤環境基礎調査として1979年から5年間隔で、県内450ヶ所の4巡20年間行った定点調査によると、有機物は、施設と茶園での施用量が巡毎に減少しているが、水田と普通畑では変化が少なく、果樹園

では増加傾向であり、水田の稻わらは4巡目に還元割合が増加している。石灰資材は、各地目ともに2巡目以降減少傾向を示し、ケイ酸資材は、施用割合、施用量とも巡毎に減少している。

2) 水田土壤

作土深は地力増進指針での水田の目標値(15cm)よりは深く、全炭素、全窒素、陽イオン交換容量(CEC)は、いずれも比較的低い値であるが、目標値(腐植20gkg⁻¹以上、CEC12cmol.kg⁻¹以上)よりも高く、変化は小さかった。塩基飽和度は60%程度、pHは6程度で、安定した値を示した。可給態養分のうち、可給態窒素は、目標値(80～120mgkg⁻¹)内であるが、徐々に減少している。可給態リン酸は少ないが、目標値(100mgkg⁻¹)以上であり変化は小さかった。交換性Ca、Mgともに少なく、変動も小さかった。

ケイ酸資材の施用量が次第に減少しており、土壤の可

第3表 水田における地力増進指針の適合率

巡	作土 cm	腐植 gkg ⁻¹	CEC cmol.kg ⁻¹	pH H ₂ O	塩基 飽和 度%	可給態(mgkg ⁻¹)		
						窒素	リン酸	ケイ酸
1	53.1	91.8	64.6	38.1	41.5	64.6	70.7	60.5
2	34.7	92.5	64.6	32.7	47.6	79.4	79.6	59.5
3	37.4	95.9	70.7	42.2	42.9	70.1	71.4	59.2
4	42.9	95.9	65.3	44.2	46.3	61.9	76.2	64.6
目標値	>15	>20	>12	6～	60～	80～	>100	>150
					6.5	90	200	

第2表 定点調査における地目別平均値(作土)

巡	物理性				化学生性													
	作土 深cm	硬度 mm	仮比 重	固相 %	pH (H ₂ O)	T C gkg ⁻¹	T N gkg ⁻¹	CEC cmol.kg ⁻¹	CaO cmol.kg ⁻¹	MgO kg ⁻¹	K ₂ O %	飽和度 %	燐吸 %	P ₂ O ₅ mgkg ⁻¹	SiO ₂ %	可給N mgkg ⁻¹		
水田	1	15.6	14.3	0.90	35.3	11.1	6.08	33.6	322	17.5	8.63	1.74	0.37	61.5	874	222	283	167
	2	15.0	13.5	0.90	35.5	11.6	6.04	32.7	313	17.6	8.91	1.76	0.36	63.2	894	251	254	156
	3	15.3	13.0	0.87	34.0	15.8	6.07	33.9	327	19.3	9.13	1.67	0.45	59.1	877	218	274	159
	4	15.3	15.4	0.93	36.5	11.7	6.08	33.8	306	17.4	8.10	1.60	0.34	58.5	891	267	288	142
普通畑	1	17.6	12.0	0.68	27.2	22.4	6.37	67.6	443	28.4	14.45	2.53	0.75	62.7	1554	229		59
	2	16.2	11.0	0.67	26.5	24.8	6.31	61.8	433	27.7	14.64	2.62	0.75	64.3	1671	309		51
	3	16.6	10.3	0.66	26.1	26.0	6.29	63.7	446	30.5	14.84	2.58	0.77	60.5	1534	324		111
	4	17.2	11.0	0.69	25.7	27.4	6.19	59.8	401	27.1	12.95	2.36	0.87	59.5	1605	319		66
茶園	1	21.4	13.6	0.64	25.6	22.4	5.14	71.2	586	35.7	9.58	1.86	1.02	33.3	1532	1217		
	2	19.7	13.0	0.59	23.8	30.1	4.44	75.2	723	40.5	7.64	1.73	1.19	24.7	1562	1368		
	3	19.9	12.1	0.57	23.2	26.5	4.23	87.9	787	46.0	5.60	0.79	1.17	15.3	1495	1546		
	4	19.1	13.7	0.46	19.0	29.4	4.17	119.2	1089	51.8	8.38	2.08	1.97	24.4	1451	1988		
果樹園	1	19.2	13.6	0.80	31.2	22.4	6.83	35.9	303	23.9	16.62	3.41	1.11	84.4	1130	525		
	2	17.0	14.1	0.85	32.5	21.1	5.68	35.5	346	22.4	12.16	2.13	1.09	64.5	1074	699		
	3	18.9	15.0	0.92	35.4	21.6	6.01	30.9	304	25.1	12.34	2.55	0.95	57.2	1061	642		
	4	19.7	17.5	0.88	31.7	21.2	6.35	37.8	343	23.8	12.23	2.03	0.79	63.4	1291	857		
施設	1	15.3	9.4	0.88	34.0	28.9	6.32	26.4	281	17.0	12.13	3.45	0.90	97.6	686	1774		
	2	20.4	5.7	0.86	33.3	30.4	6.31	27.1	298	15.8	9.78	2.32	1.07	85.2	800	2302		
	3	19.1	7.3	0.90	33.4	32.5	6.38	26.1	319	19.7	13.01	2.66	1.34	89.1	773	2899		
	4	20.6	6.9	0.83	30.3	36.1	6.30	32.0	320	19.7	14.15	3.58	1.76	96.2	804	3207		

1巡は1979～1983、2巡は1984～1988、3巡は1989～1993、4巡は1994～1998年

給態ケイ酸はまだ維持されているが、塩基飽和度が徐々に低下してきている。肥料は三要素ともに施用量が若干低下傾向にある。土壤の可給態養分の動向を見るとカリウムおよびリン酸の量はほとんど変わらないが、窒素は目標値の範囲内ではあるが徐々に減少の傾向がみられ、早期水稻でその傾向が著しい。普通期水稻地帯が畜産との複合が多いのに比べ、早期水稻地帯は施設野菜との複合が多く、投入される有機物はコンバイン収穫時に切断される稻わらのみの圃場が多いこと、米価が低落してきため営農意欲が減退してきたためと思われる。

3) 畑土壤

(1) 普通畑では、主な土壤群は黒ボク土であり、CECは3巡で増加し、pH、塩基飽和度は低下傾向、全炭素、全窒素、交換性Ca、Mgは4巡で減少した。交換性Kは4巡で増加した。可給態リン酸は2巡以降横ばい傾向、可給態窒素は、3巡を除き変動は小さかった。

第4表 畑における地力増進指針の適合率

巡	作土 cm	腐植 gkg ⁻¹	CEC cmol.kg ⁻¹	pH	塩基飽和度%		可給態(mgkg ⁻¹)	
					窒素	リン酸	窒素	リン酸
1	2.4	96.7	88.7	37.3	34.4	54.0	61.8	
2	1.9	94.3	91.0	35.8	42.5	48.9	67.0	
3	1.9	93.9	91.5	34.4	38.2	91.8	68.4	
4	0.9	92.9	89.2	44.8	38.7	51.3	72.2	
目標値	>25	>30	>15	6~	60~	>50~	>100	
					6.5	90		

(2) 茶園では、主な土壤群は黒ボク土であり、物理性は膨軟化傾向がみられ、有機物、CEC、交換性カリウム、可給態リン酸は比較的多く、増加が見られる。交換性Ca、Mg、塩基飽和度、pHは著しく低く、減少傾向である。

(3) 果樹園では、主な土壤群は黒ボク土および褐色森林土であり、物理性はやや密化の傾向がみられ、有機物、CECの変化は小さかった。交換性カルシウム、マグネシウム、塩基飽和度、pHは、2巡目以降は中程度になった。交換性Kは徐々に減少した。可給態リン酸は中程度であった。

(4) 施設では、主な土壤群は砂丘未熟土であり、作土深は2巡目以降は20cm程度を維持した。有機物、CECともに小さく、交換性カルシウム、マグネシウムはいずれも一時減少したが、以後増加した。塩基飽和度は概ね90%台を維持した。交換性カリウムは増加傾向が続き、800mgkg⁻¹に達した。可給態リン酸は1巡目にすでに1.5gkg⁻¹以上と高い値であったが、さらに増加を続け、4巡目には3.0gkg⁻¹以上となった。

畑全体では基本的な性質である全炭素、全窒素、CECのうち、全炭素、全窒素は全体では変動は小さかったが、茶園で増加傾向、普通畑で根菜類のトレンチャー深耕等

のためと思われる減少傾向がみられた。

有機物施用量は、4Mg ha⁻¹前後が保たれ、土壤の腐植含量、CECともに目標値を上回る値を維持している。ただし交換性カリウムが増加傾向が強いことから、有機物施用量の多い圃場ではカリ肥料の減肥が必要である。石灰資材の施用率が減少してきており、品目により塩基飽和度がやや低下してきている。

可給態リン酸は明らかに増加傾向であるが、その傾向は、施設、茶園、果樹園で強く、他の地目では安定から減少してくる傾向が伺われる。ただし、現在でも3割程度の圃場は100mgkg⁻¹未満であり、偏りが大きくなってきており、過剰に存在する施設、茶園、果樹園では、土壤診断に基づきリン酸肥料の減肥が必要であり、不足している露地畑、飼料畑では、増施が必要である。

4) 有機物連用試験

土壤保全対策事業の基準点調査では、有機物および土づくり資材による地力の経時的变化を、農試本場(細粒灰色低地土水田:水稻-小麦体系)と茶業支場(表層多腐植質黒ボク土:原料カンショ・ソルゴー-小麦・イタリアンライグラス体系)で行っている。

水田では生育・収量とも有機物施用量に応じて増加し、水稻跡地土壤は有機物施用により、膨軟化し、交換性石灰と苦土、ケイ酸は総合改善で高くなり、交換性カリ、可給態窒素、リン酸は、有機物施用で多くなった。土壤の腐植含有率を維持できる稻わら堆肥の年間施用量は最低10Mg ha⁻¹とみられる。

畑では収量の差は小さく、有機物施用により土壤はやや膨軟化したが、その程度は灰色低地土にくらべ小さかった。化学性はほぼ水田と同様であった。表層多腐植質黒ボク土での土壤の腐植含有率を維持できる稻わら堆肥の年間施用量は40Mg ha⁻¹とみられる。

両試験とも化学肥料単用での栽培は、養分吸収量が多く、次第に塩基類が不足する傾向があり、有機物または石灰・苦土資材の施用を行う必要性がある。

4. その他の研究の動き

近年、肥料成分の流亡・溶脱による河川、地下水の富栄養化等が問題視され、低投入持続型農業(LISA)、有機農業への関心が高まり、有機物や緩効性肥料を利用し化学肥料を減肥する農法が図られ、県内でも綾町が1988年に有機農業の認証制度を開始した。このような社会情勢から環境対応の土壤肥料研究が多くなり、生態系活用型土壤管理技術の開発、堆肥の成分分析、品質調査が行われてきた。また、環境保全や消費者の健康志向に対応した減化学肥料・有機物活用技術などの環境保全型農業の推進、施肥基準の見直し、肥効率の向上が課題となり、水稻の緩効性肥料を用いた減肥試験や施設花き類の施肥基準の策定、焼酎廃液等未利用有機物の堆肥化、施設土

壤の環境保全的肥培管理法の検討が行なわれた。

1) 水稻では、米過剰の中で食味向上対策として、地力窒素、緩効性肥料、各種有機物の発現パターンと生育、収量、品質の関係究明、省力化対策では、直播施肥法、緩効性肥料を用いた苗箱全量基肥施肥法、早期水稻での土づくり資材との混合機械散布を目指した緩効性肥料の冬季施肥法、緩効性肥料の普及のための重量法による溶出量簡易測定法などが行われた。

2) 施設野菜では、規模の拡大と省力・多肥・多収技術の開発進歩に伴って連作障害が問題となっており、キュウリ葉枯症では、作型、品種間で差があり、土壤では、砂丘未熟土で発生が多く、葉分析から葉脈周辺部にリンやカルシウム等が異常に集積しており、一種のマグネシウム欠乏と推定された。キュウリの孫焼症（仮称）では有機物の多施用による亜鉛、銅の過剰と推定された。

2005年の臭化メチル廃止対策として太陽熱を利用した土壤消毒が、キュウリ、ピーマン、トマトの生育および土壤微生物に及ぼす影響について検討を行ない、微生物の全菌数には差が無いものの硝酸化成菌の密度が太陽熱処理で低下が著しく、回復も遅いため、アンモニア態窒素の集積による障害等の恐れがあり、有機物施用量の減少、硝酸態窒素の施肥等の対策がとられた。

肥効率向上のための灌水同時施肥栽培が取組まれる中で、被覆肥料を用いた簡易システムが考案され、養液・土壤・作物のリアルタイム診断の基礎データが蓄積され、生土容量法、植物体の一部、土壤溶液などを利用した簡易分析法も提案され、キュウリ、ピーマンの栽培マニュアルが作成された。

3) 露地野菜類では、環境への負荷低減が課題であり、有機物の代替技術の検討や栽培法、各種資材での作物体の硝酸態窒素軽減効果試験が取り組まれた。

4) 花の施肥技術としてスターチス、トルコギキョウ、デルフィニウムについて窒素の形態が生理障害に及ぼす影響と適正土壤管理について明らかにした。

冬場の日照時間の多さで全国1位の生産量であるスイートピーの適正施肥量は、夏咲き種の品種では基肥窒素100kg ha^{-1} 、追肥200kg ha^{-1} が適当であることを明らかにした。

バラの養液や廃液の実態調査や作物体養分吸収特性が検討され、栽培管理案が作成された。

5) 果樹の土壤肥料研究は近年少ないが、近年増加しているマンゴー関係の現地障害事例調査や、ワイン用を含むブドウ園調査が行われてきた。

6) 茶の施肥基準は、1983年に窒素860kg ha^{-1} であったものが、現在500kg ha^{-1} になっている。削減のための技術として緩効性肥料での肥効率向上について試験が行われた。現在、現地で普及しているのは、被覆尿素および硝酸化成抑制剤入り肥料であるが、より一層の減肥技術

として、灌水施肥の試験に取り組んでいる。

7) 宮崎県は飼養家畜頭数が多く畜産排出物が200万トン以上と見積もられ、耕地面積当たりの窒素負荷量が極めて多く、2004年の家畜排泄物処理法の施行もあり、適正活用を図ることが課題となっている。また、環境行政主導で都城盆地地域での地下水の硝酸性窒素低減に向けた動きが始まっている。これに関連して、九州沖縄農業研究センターの畑作研究部でのスラリーの長期連用試験や総研チームの試験研究により、地域の農業実態、地下水の動きやAEC地図が明らかにされ、対策として畦硬化法等が提案された。

宮崎総合農試では、堆肥の成分分析や土地利用型作物である露地野菜・水稻での化学肥料代替効果や有機物分解特性の把握、窒素溶脱については県内の代表的な土壤である郷原統での現地実態調査や飼料畑でのモニタリングが行われている。

8) 温室効果ガスの調査では細粒灰色低地土水田からのメタン発生は、早期水稻で生育初期に少なく後期に発生のピークがあるが、普通期では最高分けづ期と出穂期に2つのピークがあり、中干しの発生抑制効果が大きく、水稻栽培中の発生量は早期は普通期の半量以下で少ないことを明らかにした。

9) 土づくりとして、ODD運動が取り組まれている。ODD運動とは環境保全型農業を基本にした土壤健全化運動で宮崎県と経済連の連携によって、土づくり運動の中で1991年度から実質的にスタートしている。ODDは

O : Organic Matter 有機物の適正施用

D : Deep Plowing 深耕の励行

D : Diagnosis 土壤診断の実施

の頭文字である。土壤診断体制は、主にJA経済連土壤診断センター（2002年から農産物検査センター）で年間約1万件行われており、その中でカリウム、リン酸過剰の傾向があったため、無加里肥料の指導も行われている。リン酸は、施設等では過剰になっており減肥対策が課題となっている。

宮崎県では、2001年から「商品ブランド認証制度」が発足し、持続的農法導入のもとにエコファーマー取得者も2003年末現在で1,344人になり、特別栽培農産物をはじめとする安心・安全な農産物の生産に対して土壤肥料研究の果たす役割が期待されている。

(宮崎県農政水産部 赤木 康)

(7) 鹿児島県

1. 鹿児島県の地理と気候

鹿児島県は九州の南端に位置し、総面積は9,187km²で、九州本土に属する薩摩・大隅の二大半島および長島、甑島、草垣島、宇治群島ならびに西南に延びる種子島、屋久島、トカラ列島、奄美群島の島々からなっている。南北は北緯27度1分から32度18分まで約590km、東西は東経128度24分から131度12分まで約272kmにわたる。

気候は温帯から亜熱帯の気候区に属し、地域により変化に富んでいる。県本土の年平均気温は17~18°Cで、年間降水量は2200mmを超え、温暖多雨の気候である。一方、種子島、屋久島から奄美群島にかけては年平均気温19~22°Cで、年降水量2300mmを超え亜熱帯気候に属する。

2. 農耕地土壤の種類と分布

本県の耕地土壤は地力保全基本調査総合成績書による15土壤群、51土壤統群、146土壤統からなり、土壤群別構成割合（分布面積）は黒ボク土45.4%，灰色低地土17.2%，グライ土10.9%，黄色土6.1%，赤色土5.3%，暗赤色土4.7%，褐色低地土3.7%，多湿黒ボク土2.9%などとなっている（第1表）。

地目別でみると、水田では灰色低地土が45.5%，グライ土30.6%，多湿黒ボク土8.0%，褐色低地土6.1%など

第1表 農耕地の土壤群別分布面積及び分布割合

土壤群	水田		畑		合計	
	分布面積	割合	分布面積	割合	分布面積	割合
砂丘未熟土	0	0	1,219	1.2	1219	0.8
黒ボク土	0	0	70,267	70.7	70,267	45.4
多湿黒ボク土	4,427	8.0	49	0.0	4,476	2.9
黒ボクグライ土	170	0.3	0	0	170	0.1
褐色森林土	0	0	576	0.6	576	0.4
灰色台地土	817	1.5	442	0.4	1,259	0.8
グライ台地土	415	0.7	0	0	415	0.3
赤色土	0	0	8,240	8.3	8,240	5.3
黄色土	1,921	3.5	7,564	7.6	9,485	6.1
暗赤色土	0	0	7,327	7.4	7,327	4.7
褐色低地土	3,378	6.1	2,323	2.3	5,701	3.7
灰色低地土	25,202	45.5	1,343	1.4	26,545	17.2
グライ土	16,942	30.6	0	0	16,942	11.0
黒泥土	1,032	1.9	0	0	1,032	0.7
泥炭土	1,043	1.9	0	0	1,043	0.7
合計	55,347	100	99,350	100	154,697	100

第2表 鹿児島県の地目別耕地面積の推移

区分	(ha)			
	1979年	1988年	1998年	20年間の増減
耕地面積	148,030	143,190	131,520	-16,510
水田	51,500	47,100	42,600	-8,900
畑	96,530	96,090	88,920	-7,610
畑内	51,880	52,310	49,760	-2,120
茶園	26,150	27,380	24,760	-1,390
樹園地	6,610	7,560	7,960	+1,350
樹園地	11,890	8,840	6,440	-5,450

樹園地：果樹園、桑園

で、シラスを主な母材とする水田が76.1%を占める。畑では黒ボク土が70.7%で多くを占め、次いで赤色土8.3%，黄色土7.6%，暗赤色土7.4%，褐色低地土2.3%，などである。

水田土壤における灰色低地土の分布は肝属、姶良地域に特に多く、鹿児島地域とともに地域内水田の50%以上を占める。グライ土は台地間や丘陵間の水田が多い薩摩、曾於地域等に分布が多い。褐色低地土は県中北部の安山岩や堆積岩地帯に多く分布する。

畑土壤で大半を占める黒ボク土は曾於、肝属、川辺、熊毛、指宿地域等に広く分布し、曾於、肝属ではほぼ全畑が黒ボク土である。赤色土や黄色土は褐色低地土と同様に県中北部に分布し、暗赤色土は奄美群島の琉球石灰岩地帯に分布する。

耕地面積は土壤環境基礎調査が開始された1979年には14.8万haであったが、調査終了時の1998年には13.2万haで、20年間に1.6万ha減少した。水田および畑、いずれも減少しているが、畑では樹園地（果樹園、桑園）の減少割合が大きかった。一方、茶園は増加しており、本県では2010年までに1万haまで増やす計画である（第2表）。

3. 農耕地土壤の実態と経年変化

地域、土壤のタイプ、地目の異なる農耕地に定点は場を設置し、土壤理化学性の変化や肥培管理の実態を経時に把握する土壤環境基礎調査が1979年から20年にわたり実施され、本県では11土壤群、26土壤統群、51土壤統の635地点の定点を選定し、土壤理化学性や肥培管理の実態を調査し、農耕地土壤の動態が明らかにされた。

水田、普通作畑、野菜作畑、飼料作畑、茶園畑、樹園地（茶園を除く）別の土壤理化学性と肥培管理の実態と変化の概要は次のとおりである。第3表に1巡目と比較した2巡目以降の土壤理化学性の変化方向を示した。なお、調査期間中に地点が変更されたり、地目変更があったものは対象から除外した。

水田ではCECが経時に高まり、塩基飽和度は低下した。交換性カルシウム含量、可給態窒素量、可給態リン酸含量は減少した。

4巡目調査時の土壤理化学性を本県土壤診断基準値（以下基準値とする）と比較すると、作土深は60%以上の地点で基準値以下で、pHも約40%で基準値以下であった。可給態リン酸は約80%，可給態窒素は約60%が基準値を満たしていた。

第3表 土壌化学性の変化方向

地 目 (土壤群)	巡目	作土深	pH H ₂ O	T-C	T-N	CEC	交換性			塩基 飽和度	Ca/Mg	Mg/K	トルオーグ リン酸	可給態 窒 素
							Ca	Mg	K					
水 田 (n=111)	1→2	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↑	↓↓	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↓↓	
	1→3	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	↑↑	↓↓	↓↓	
	1→4	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	
普通作畑 (n=112)	1→2	↑↑		↑	↓	↓	↑	↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↑↑	
	1→3	↑↑		↓	↓	↑↑	↑	↑	↓↓	↓↓	↑↑	↑↑	↓	
	1→4	↑↑		↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	
野菜作畑 (n=61)	1→2	↑↑	↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↑↑	
	1→3	↑↑		↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	
	1→4	↑↑		↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	
飼料作畑 (n=34)	1→2	↓↓	↑↑		↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↑↑	
	1→3	↓↓	↓↓	↑↑		↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	
	1→4	↓↓	↓↓	↑↑		↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	
茶園畑 (n=29)	1→2	↑	↓↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↑↑	
	1→3	↑	↓↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓	↑↑	
	1→4	↓	↓↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	
樹園地 (n=13)	1→2	↓	↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑	
	1→3	↓	↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	
	1→4	↓	↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	

(↑上昇, ↓下降)

(↑↑, ↓↓: 平均値の差が1%で有意)

(↑, ↓: 平均値の差が5%で有意)

普通畑では、作土深が深くなり、CECや交換性カルシウム、同カリウム及び可給態リン酸含量が増加する傾向がみられた。しかし、作土深は4巡目調査においてもほとんどの地点で基準値以下で、浅い傾向にあった。一方、交換性カルシウムや可給態リン酸含量はそれぞれ約20%が基準値を超えていた。

野菜畑では、CECが高まり、全炭素含量、交換性カルシウム、マグネシウム、カリウム含量、可給態リン酸含量も増加した。作土深は4巡目調査においても95%の地点が基準値以下であった。また、増加傾向にあった交換性カルシウム含量も75%の地点で基準値以下で不足傾向にあった。一方、可給態リン酸は約40%が基準値を超えた、蓄積傾向にあった。

飼料畑では、作土深は浅くなる傾向にあった。一方、pHやCECは高まり、全炭素含量、交換性塩基含量、可給態リン酸含量も増加傾向にあった。浅くなる傾向がみられた作土深は4巡目調査ではほとんどの地点が基準値を満たしていなかった。一方、増加傾向にあった交換性カルシウムや可給態リン酸含量はそれぞれ90%, 35%が基準値を超えていた。

茶園では、pHは低下した。一方、CECや全炭素、全窒素、交換性マグネシウム、カリウム、可給態リン酸含量は増加した。低下傾向にあるpHは4巡目調査では約60%の地点で基準値にみたず、交換性カルシウムも同様に基準値以下が多かった。増加傾向にあるカリウムや可給態リン酸含量は約80%が基準値を超えていた。

樹園地では、作土深は経時的に浅くなり、pHも低下した。一方、CECは高まり、全炭素含量、可給態リン酸含量は増加した。

4. 肥培管理の実態と変化

水田では、有機物を施用する農家割合が減少し、石灰質資材の施用量も減少していた。これは可給態窒素や交換性カルシウム含量の減少傾向を裏付けるものであった。

普通畑では、1作当たりの施肥量は増加傾向にあったが、リン酸質資材や石灰質資材の施用量、施用割合にはほとんど変化がみられなかった。

野菜畑では、基肥及び追肥の年間施肥量は減少傾向であったが、1作当たりの施肥量は増加傾向にあった。有機物やリン酸質材、石灰質資材の施用量は減少傾向にあった。

飼料畑では、基肥及び追肥の年間施肥量、1作当たりの施肥量とも減少傾向であった。有機物はその施用量は多いが、経時的に減少する傾向にあった。また、リン酸質資材、石灰質資材とも施用量は減少した。

茶園では、基肥及び追肥の年間施肥量、1作当たりの施肥量とも減少傾向であった。有機物の施用は堆肥が主で、施用量にはほとんど変化がみられなかった。石灰質資材の施用量及び施用農家割合は減少しており、pHや交換性カルシウム含量の減少傾向と一致していた。

樹園地では、基肥及び追肥の年間施肥量はわずかに減少した。有機物施用は堆肥等が主で、その施用量は増加傾向であった。石灰質資材の施用量及び施用農家割合は減少した。

5. 鹿児島県の農業生産と今後の推進方針

1) 農業生産の変遷

本県の農業粗生産額は、1984年以降4千億円を超え、

第4表 鹿児島県の農業粗生産額及び構成割合の推移

(億円, %)

区分	1979年	1988年	1998年	2001年
農業粗生産額	3,535	4,186	4,213	4,002
作目別構成割合	米	14.5	10.9	8.5
	野菜	11.4	11.7	14.3
	葉タバコ	5.2	2.8	2.5
	カンショ	4.8	5.2	4.5
	サトウキビ	4.7	3.9	3.2
	茶	3.0	2.8	4.6
	果実	2.5	3.0	3.7
	花き	1.5	2.7	4.8
	畜産	47.8	52.0	48.8
				52.3

全国有数の農業県である（第4表）。粗生産額の作目別内訳比率を比較すると、土壤環境基礎調査が開始された1979年以降、畜産は50%前後を占め、畜産が本県農業の基幹作目となっている。一方、米は14.5%から減少し続け、2001年には7.6%まで半減した。また、葉タバコ、サトウキビ、カンショも減少傾向にある。一方、茶や花きは増加傾向で、野菜はほぼ同程度を維持している。

2) 全国における鹿児島県農業の地位

4千億円を超える農業粗生産額は北海道、千葉、茨城に次ぐ全国4位の地位を占める。作目の収穫量や家畜飼養頭羽数の全国における地位は豚・採卵鶏・ブロイラー・カンショが全国1位、肉用牛・茶（生葉）が2位、葉タバコ・バレイショ・サヤインゲンが3位など、全国の上

位を占める作目を多く有している。

本県農業粗生産額の半分を畜産が占めることは前述したが、このことは豚・採卵鶏・ブロイラー・肉用牛の飼養頭羽数の多さからも明らかである。1999年の県畜産課の調査によれば、飼養されている家畜から年間に571万tの家畜排せつ物が産出される。そのうち460万tが耕地還元など農業利用されているが、103万tが野積、素堀りなど不適切な処理により、河川・地下水の水質汚染、悪臭の発生など環境へ負荷を与えていることが指摘されている。

3) 今後の鹿児島県農業の推進方針

本県の農業構造は、近年、新規就農者が増加傾向にあるものの、農家戸数と農業就業人口については減少傾向にあることに加えて、農業者の高齢化が急速に進んでいる（第1図、第2図）。また、耕地については、耕作放棄地が増加するなど、耕地面積は年々減少している。一方、農畜産物の輸入増など国際化の進展や国の農政改革大綱の決定や食料・農業・農村基本法の施行など、本県農業は大きな転換期を迎えている。

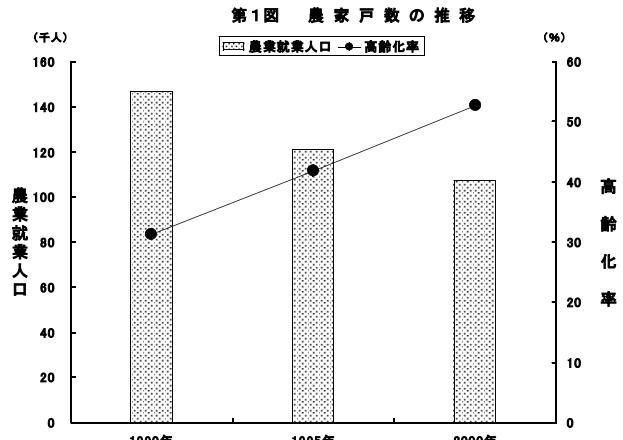
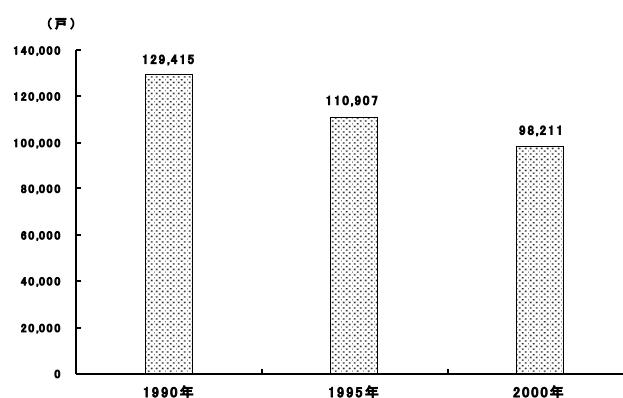
このような諸情勢の変化に的確に対処し、21世紀における本県農業・農村の活性化を図っていくため、「かごしま農業・農村ビジョン21」が2001年に策定された。本ビジョンは①豊かな生活を創る農畜産物の生産、②安心・安全な食の供給、③農を育む人と土地の構築、④農の発展を支える技術と支援、⑤新しい農村社会の創造を基本目標とし、「食の創造拠点かごしま」の形成を目指すこととしている。

土壤肥料に対しては、安心・安全な食の供給、農の発展を支える技術と支援に積極的に関与し、「生産性と調和した化学肥料を低減できる栽培技術の開発」、「家畜排せつ物の有効利用技術」や「家畜排せつ物の有機質資源としての有効利用促進」などへの取り組みが求められている。

本県では1995年から「家畜ふん堆肥のみを用いた作物栽培技術の開発」や「家畜ふん堆肥のペレット化技術の開発」、「家畜ふんペレット堆肥と化学肥料を組み合わせた成分調整型肥料を用いた作物栽培技術の開発」などに取り組み、得られた成果をもとに2003年から現地実証を行っている。また、2001年には「良質堆肥生産利用推進協議会」を設立し、堆肥コンクールの開催や堆肥生産利用研修会、堆肥センターの現地指導を実施し、良質堆肥の生産と利用および流通の促進に取り組んでいる。

今後はこれらの取り組みをさらに促進し、環境にやさしい鹿児島県農業の構築を速やかに図っていく方針である。

（鹿児島県経営技術課 森田重則）



(8) 沖縄県

沖縄県は、九州から台湾までのおよそ1,300kmの広大な海域に分布する琉球列島のほぼ南半分を占める。東西1,000km、南北400kmに及ぶ広大な海域に点在する大小160の島嶼（うち有人島49島）からなっている。

本県において相対的に大きな島は、沖縄島を初め西表島、石垣島、宮古島等であり、その他の島々の規模は小さい。島嶼地形を反映し海岸線が長く河川の発達が弱い島々が多い。また、亜熱帯海洋性気候の特徴で、年平均気温23.5℃、年間降水量は2,200mm程度である。沖縄島北部の名護と石垣島の平均気温の差は2.3℃程度である。また、降雨は梅雨期と台風に由来する降雨が多く、降雨の偏在による干ばつ、過湿による問題が発生する。このような気候、地質（母材）を反映して特徴的な土壤が分布し、サトウキビ、パインアップル、マンゴー等の亜熱帯特有の作物が栽培される等、日本本土と比べて特異的な農業が営まれている。

1. 農耕地土壤の基本的な特性とその分布

本県における農耕地の土壤調査・分類は、1975年から1978年にかけて実施された地力保全基本調査及び1979年に取りまとめられた地力保全基本調査総合成績書（沖縄県）では、土壤の断面形態や理化学性を基にした分類が行われ、土壤分類の最上位区分である土壤群で見ると、水田で5土壤群、畑地（樹園地を含む）で7土壤群に区分された。また、最下位の区分単位である土壤統では、水田17統、畑地・樹園地合わせて34統に区分された。主要な土壤群は面積の広い順に、暗赤色土壤（島尻マージ）、赤色土（国頭マージ）、黄色土（国頭マージ）、灰色台地土（ジャーガル）であり、全耕地面積に占める割合は、概ね島尻マージ40%，国頭マージ30%，ジャーガル18%である。

赤色土や黄色土は、沖縄本島北部地域や久米島、石垣島等に代表される古生層、中生層からなる急峻な山地と丘陵地を骨格とする「高島」に主として分布し、母材は千枚岩等の堆積岩、洪積層、火成岩類であり、土壤反応は強酸性～酸性を呈する。灰色台地土は、島尻層群泥岩を基盤する沖縄本島中南部丘陵地に分布し、土壤反応はアルカリ性を呈する。暗赤色土は、宮古島やその周辺離島等琉球石灰岩を基盤とするカルスト台地を骨格とする「低島」に分布しアルカリ性から微酸性を呈する。

一方、上記の分類に加え、土壤が持っている本来的な阻害因子、制限因子あるいは土壤悪化の危険性の種類、程度などによって土壤をⅠ等級からⅣ等級まで分級した土壤生産力可能性分級においては、耕地土壤の9割以上が「正当な収量をあげ、また正当な土壤管理を行う上でかなり大きな制限因子があり、かつ土壤悪化の危険性のかなり大きい土壤」として特徴づけられるⅢ等級（いわ

ゆる不良土壤）に区分された。耕地面積の大部分を占める普通畑土壤について生産力阻害要因を見ると、宮古地域を除く全地域で面積の50%以上が土壤の物理性の悪さに起因する「耕耘の難易」でⅢ、Ⅳ等級であった。また、宮古地域や八重山地域では「有効土層が浅い」が阻害要因となる土壤が多く分布している。その要因の一つとして浅い位置に基岩、れき層の存在が挙げられている。さらに、下層土が極めて緻密であることもその一要因であり、土壤中の有機物含量が少なく土壤の粘土含量が高いこと等土壤生成要因と深く関係していることに加え、高温多湿で有機物の分解消耗等が激しいことも関与する。また、同様な背景により赤色土や黄色土では「自然肥沃度が低い=瘦薄である」、「養分含量が少ない=酸性である」等の問題が指摘された。また、これらの赤色土や黄色土の酸性土壤が分布する地域は山地・丘陵地であり、受食性の極めて高い土壤特性と侵食性の高い降雨特性、さらに作物栽培体系が相まって土壤侵食が発生しやすい地域となっている。

2. 土壤理化学性の実態及び経年変化とその要因

土壤環境基礎調査の定点調査として1979年より4巡、20年間にわたり沖縄県内耕地土壤の調査を行った。調査地点の土壤群（()内は地点数）は灰色台地土(30)、赤色土(35)、黄色土(40)、暗赤色土(80)、褐色低地土(20)、灰色低地土(5)、グライ土(10)の総合計220地点である。

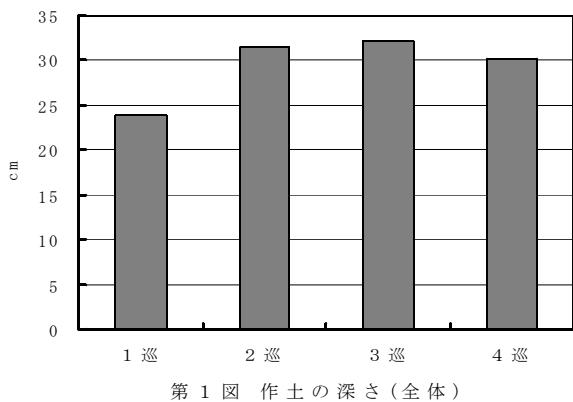
沖縄県全体の理化学性でみると作土は30cmを維持し、良好な深さが保たれている。全炭素は減少傾向からやや増加傾向にあるものの全体的には1%前後であり、有機物の施用による地力維持に努める必要がある。交換性石灰は減少傾向であるが、300mg/100g乾土(CaO)以上は維持されている。可給態リン酸は年々蓄積の傾向にあり、適正な施肥が望まれる。

地域別の理化学性についてみると、沖縄本島の中南部地域ではpHが高く、作土深は30cm以上で、交換性石灰や苦土は多く、交換性カリは増加傾向にあり、塩基バランスの崩れによる生育障害も懸念される。また、可給態リン酸の増加が著しい。

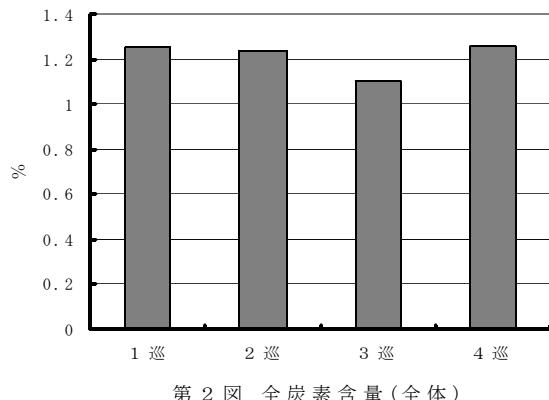
北部地域では交換性石灰の減少に注意を要する。また、近年急激に可給態リン酸が増加傾向を示し、リン酸資材の多投が示唆される。

宮古地域では全炭素・塩基交換容量・交換性石灰等において減少傾向がみられた。特に、近年の全炭素の減少は土づくりの盛んな宮古地域で生じているので、注意が必要である。また、次表層の硬度がやや減少傾向にあるのは深耕の影響と思われた。

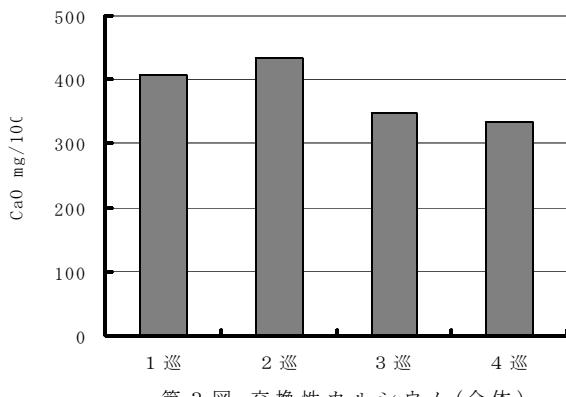
八重山地域では全炭素が少なく、有機物の増施が望まれる。交換性石灰の減少傾向には注意する必要がある。また、可給態リン酸は増加傾向にあるが、沖縄本島のほ



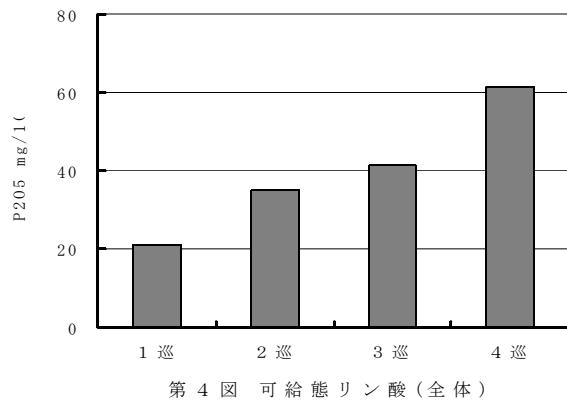
第1図 作土の深さ(全体)



第2図 全炭素含量(全体)



第3図 交換性カルシウム(全体)



第4図 可給態リン酸(全体)

ば半量程度である。

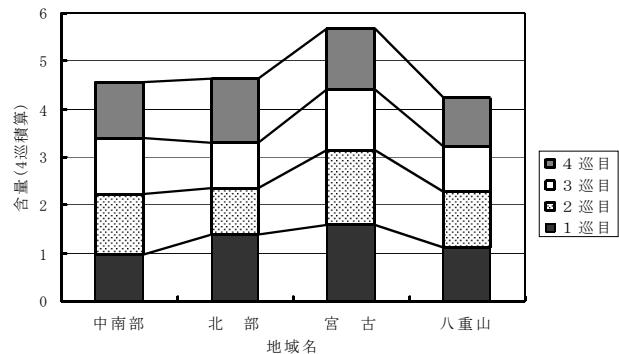
土壤群別の理化学性についてみると、灰色台地土(ジヤーガル)では腐植含量が少なく、物理性の悪化が懸念される。また、可給態リン酸は絶対量の増加がみられ、注意を要する。

赤色土や黄色土(国頭マージ)では交換性石灰含量の低下や可給態リン酸の増加傾向がみられ、要注意である。

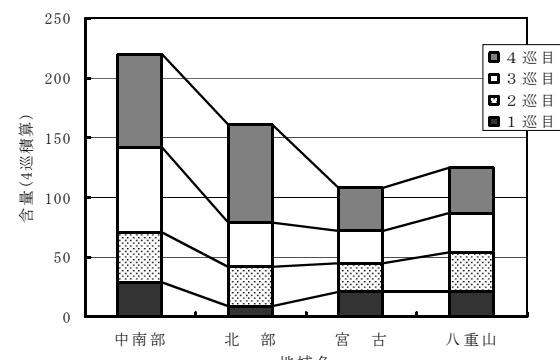
暗赤色土(島尻マージ)では全炭素が減少傾向にあり、交換性カリは増加傾向にある。可給態リン酸は明らかな増加傾向がみられた。また仮比重が減少傾向にあり、土壤の膨軟化がみられた。

地目別の理化学性について、普通畑では全炭素含量が低く、有機物の施用を行う必要がある。可給態リン酸は増加傾向にあるが、水田以外の地目に比べて蓄積量は大きくない。施設では全炭素含量が他より高く推移した。さらに、交換性塩基が多量に含まれていて、塩基バランスの不均衡による塩基の吸収阻害が懸念された。可給態リン酸は多く蓄積していた。

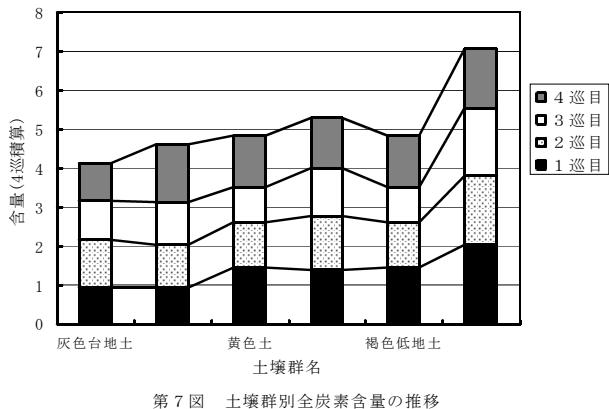
地域別にみた堆肥の施用は、中南部地域において堆肥の施用量が減少し、宮古地域も1t/10a前後の施用で地力を維持するには困難な量であると思われた。本県の中でもっとも堆肥施用の少ないのは八重山地域であり、年間



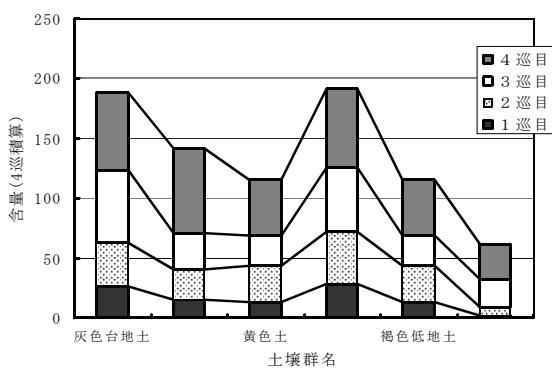
第5図 地域別全炭素含量の推移



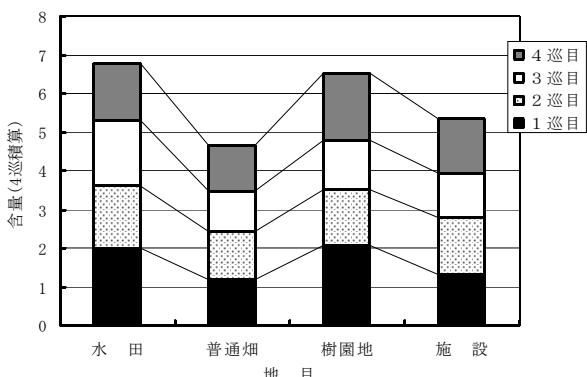
第6図 地域別可給態リン酸含量の推移



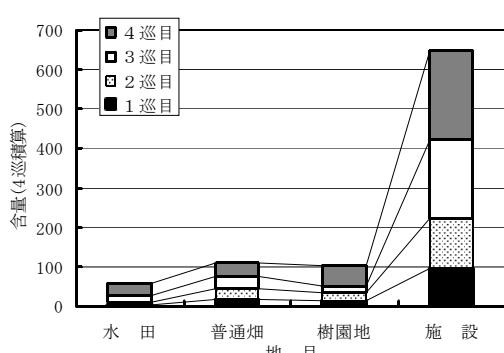
第7図 土壤群別全炭素含量の推移



第8図 土壤群別可給態リン酸の推移



第9図 地目別全炭素含量の推移



第10図 地目別可給態リン酸の推移

600kg/10aの施用で、地力維持にはほど遠い現状である。施肥量では、全体的にみて2巡目以降はやや減少した。

定点調査は1999年より土壤機能実態モニタリング調査として内容等が再編され、野菜・花き類やサトウキビを中心として104地点を選定し、継続実施している。

全ての地域において園芸作物の作付割合が増えたことから、交換性カリウム等で基準値より高い地点が多く見られた。また、宮古地域の交換性石灰、八重山地域の交換性苦土の含量が高く、塩基バランスの崩れによる生育障害が懸念される。普通畑でみると全炭素含量が少なく、有機物の増施が望まれる。可給態リン酸では基準を超える地点もみられ、養分の増加傾向が進んでおり、適正な施肥管理が必要と思われる。

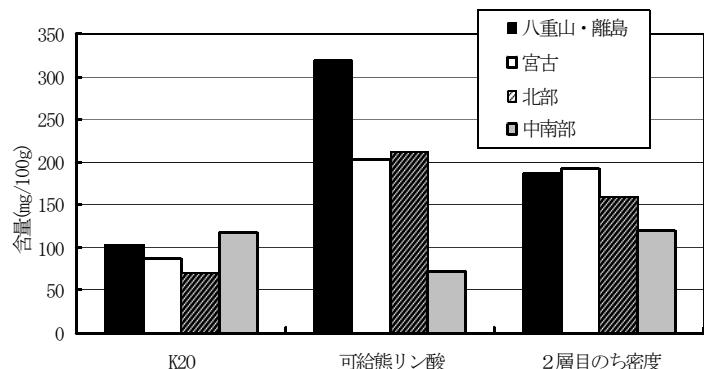
また、2層目のち密度が山中式硬度計で20mmを超える耕盤層を形成した圃場もみられ、排水不良や根の伸長抑制が懸念され、深耕等が必要である。

3. 最近20年間の農業を巡る変化と土壤肥料の課題

最近20年間の本県農業を巡る全般的な変化と土壤肥料の課題について概観してみた。

牧草地を含む全耕地面積は、1980年の43,800haから2001年には40,600haに減少した。増加した地目は牧草地のみで、肉用牛の生産頭数の推移を反映し1,600haから5,600haに増加している。一方、水田が1,150haから917haへ、普通畑が36,600haから32,100haへ、樹園地が4,440haから1,970haへそれぞれ減少している。また、農業産出額は復帰直後の1973年の451億円から漸増し、1980年の936億円から1985年には1,160億円のピークを示した後漸減し、2001年には909億円に低迷している。

その間、前記した土壤分類調査の結果は、1972年の本土復帰に伴う土地改良事業やその他の各種事業の基礎資料として活用され、有効土層確保のための客土や酸性土壤の改良等、サトウキビの生産力増強を始め、野菜（サヤインゲン）・花卉（キク）等の本土の端境期を狙った産地形成による生産振興を支える技術に活用され、農業振興に大きな貢献を果たした。狭小・不整形で分散した



第11図 各地域の施設における理化性(モニタリング調査)

農地の集団整形化等による生産性の向上を図るための圃場の整備は、復帰後から1985年までは急速・順調に整備されてきたが、その後農業情勢の悪化とサトウキビ価格の低迷などによる農家の営農意欲減退などを反映し、整備速度が漸次減速してきている。しかし、これまで主としてサトウキビを対象として実施されてきた圃場整備は1999年までに要整備量の概ね50%を終えている。

このような営農活動の変化や圃場整備等を巡る状況の変化は、必然的に土壤環境の変化、ひいては農業系外の環境にも大きなインパクトを与えてきている。前述したような赤土等の流出は、全流出量の約7割が農業行為によるとされ、依然として社会的な大問題となっている。また、琉球石灰岩地域においては施肥や畜産排泄物に由来する硝酸態窒素の地下水への流亡が問題となっており、環境に配慮した適切な土壤・施肥管理技術の確立が求められている。さらに、有機栽培等安全・安心を志向する消費者ニーズに対応した施肥技術の開発や地域に賦存する有機質資源を活用した低コストで環境に優しい循環型農業へ向けた新たな技術開発が求められている。土壤肥料、作物栄養に関する基礎研究の深化を図りながら、作物栽培部門、農業機械部門等関連する他の部門との連携、特に作目の多様化に対応したきめの細かい圃場整備を推進するためのハード部門との連携等による総合的な研究推進をどう進めるか大きな課題である。

引用文献

- 1) 沖縄県：地力保全基本調査総合成績書（沖縄県），
(1979)
- 2) 沖縄県農林水産部：沖縄の農林水産業，(2003)
- 3) 沖縄県農林水産部：ゆがふ「むら」づくり－「新たな沖縄振興計画」に係る農業農村整備事業の方向性について－，(2001)
- 4) 亀谷茂：沖縄県における15年間の耕地土壤の実態と変化，九州・沖縄地域における土壤の実態と変化，九州農政局，P147-163
- 5) 儀間靖ら：沖縄県の耕地土壤の実態と変化(定点調査より)土肥学会講演要旨集P33

(沖縄県農業試験場 国吉 清、儀間 靖)