

〔現地報告〕

日系農民の農用地における肥培管理と生産性の関係 —ブラジル・グアタパラ移住地の事例研究—

富田健太郎 (Kentaro TOMITA)

株式会社宏大 技術研究員

はじめに

2003年3月筆者は、全国拓植農業協同組合連合会（以下、JATAKと記す）ブラジル農業技術普及交流センター（以下、センターと記す）に土壤肥料研究嘱託員として赴任した。同センターは、サンパウロ州のグアタパラの市街地とモンブカ日系移住地（以下、グアタパラ移住地と記す）の中間地点に設置されている。赴任当初、筆者は、病害の発生などによって作物類、とくにニンニクをはじめとする野菜類の生産性低下が警告されていたにもかかわらず、グアタパラ移住地の移住者（以下、移住者と記す）たちが当時までその原因が分からない状態で過ごしてきたという状況を現地センターから聞かされた。原因はどこにあるのだろうか。

ブラジル赴任前に筆者は、主にパナマにおいて、貧困層に対する天水依存型の農業技術協力に従事していた¹。その経験から、グアタパラ移

住地における生産性低下の問題は肥培管理に原因があるのではないかと推測した。例えば、年降水量の多少にもよるが、適地適作に基づいた合理的な肥培管理が実践されれば、作物に悪影響を及ぼす病害の発生はそれほど大きくないことが知られている（小川 2001: 80-82; 後藤・村上 2003: 75-112）。それゆえ、移住地で主要作物が病害によって壊滅的ダメージを被ってきた背景には、作物類が気候、海拔、または土壤環境に適応できないという環境要因のためか、あるいは肥培管理が不適切だったという人為的な要因のためか、いずれかによるのではないかと、筆者は考えたのである。また、移住地で発生した病害がブラジルの他の地域社会に悪影響を及

ササゲの在来種を用いて無化学肥料および化学農薬による自給自足の生活を営み、乾季（1月～4月）には、出稼ぎとして製糖工場に出向き、サトウキビの収穫を行っていた。当時、彼らの日当は5米ドルであり、1ヶ月当たり20日間（土日は除く）働くとして、4ヶ月で400ドル稼いでいたことになる。これが彼らの定期収入であった。なお、筆者は、彼らの生活水準を少しでも向上させようと考え、自給自足を目的とする在来農法を尊重した形で小規模商売の必要性を伝えていた。そして陸稲、トウモロコシ、およびササゲの改良適品種を採用した後、低化学肥料と作物の収穫残渣、および鶏糞堆肥などの有機質資材を効率的に用いたアルティソルを改良することに取り組んできた。

¹ 筆者は1992年から1995年までの3年間、青年海外協力隊員としてパナマ農牧研究所土壤研究室に勤務し、土壤肥料研究員として、劣悪な酸性土壌（アルティソル）の改良と作物の生産性に関する研究協力に従事した。試験農場の周辺に住む小農は、雨季（5月～12月）には、陸稲や

ばすことも十分に懸念されており、この点でも移住地の状況に注目する意義があろう。

このように考えた筆者は、同移住地の代表的な農家を訪問して基礎的な聞き取り調査を実施し、移住者の農用地および上記センターの圃場において土壌の肥沃性と生産力の特性に関する評価を行った。本稿では、その調査状況と実験結果について報告する。

1. グアタパラ移住地の概況

(1) 自然環境

グアタパラ移住地の地形は60%が大波状形の丘地であり、残り40%はモジグアス河流域の低地から成る。丘地の標高は500mから560mにわたる。丘地の地質は輝緑岩および砂岩の風化土壌で形成されたテラ・ロシヤ・ミストラダであり、低地は国泥土および泥炭土の地質で強酸性(pH4)だが、部分的には白色砂土も見られる。気候は年平均気温22.6（最高気温37、最低気温1.5）年平均降水量は1,691mmで、雨季は10～3月、乾季は4～9月となっている（グアタパラ農事文化体育協会1999）。

(2) 移住地の経緯と農業経営

グアタパラ移住地は、1962年1月12日に日本人の第一陣による入植が始まって以来、2003年3月で移住41周年を迎えた。その約40年間、同移住地で農業経営に従事する日系農民は、ダイズ、トウモロコシ、および野菜類を栽培してきた（グアタパラ農事文化体育協会1999）。

2. 農地利用状況と土壌分析—調査から実験へ

(1) 移住地の農地利用の調査と土壌分析

では次に、前述のような目的で筆者が実施した農地利用の実態調査と土壌分析の実験結果（とく

に後者）について、その概要を記していきたい。

(i) 農地利用の問題点と土壌サンプル分析

2003年3月に農地利用に関わる聞き取り調査を行った結果、日系移住者のほとんどが「肥料をたくさんやれば、たくさん穫れる」という一つの先入観を有していることがわかり、なぜ移住者たちがそうした見解を持つようになったのか、その理由が筆者には気になった²。

そこで、聞き取り調査が終了した同年3月下旬以降、丘地に集住する移住者の農地、モジグアス河流域の低地で農業を営むブラジル人の農地、およびセンターの圃場（丘地）の3ヶ所を対象に、土壌サンプル調査を実施した。採取方法としては土壌サンプリング法に準じ、表層（0-20cm）の土壌を採取する方法を採用した。すなわち、圃場では5～6ヶ所（センターでは4地点）をランダムに選び、表層から地中20cmまで掘りながらスコップで土壌を採取し、その土壌を一ヶ所に集めて十分に攪拌した後、ビニール袋に入れた（土壌標準分析・測定法委員会1984:1-10）。それから、センターの実験室の土壌サンプル乾燥施設内において、新聞紙の上で、収集した土壌サンプルを風乾させ、2mmのパスで調整したうえで、供試土壌のサンプルとした（土壌標準分析・測定法委員会1984:1-10）。

(ii) 土壌の理化学的特性の分析

そのような準備を経て筆者は、2003年5月10日から24日までの2週間、サンパウロ大学

²2003年3月10日から約2週間、筆者は、センター付近に居住する代表的な移住者を訪問し、農業生産や経営などに関する聞き取り調査を実施した。調査1日目の終了後、移住者の土壌条件を把握することが重要であると気づき、2日目からは、聞き取り調査に加え、同時に土壌のサンプリングも実施した。なお、1日目に訪問した農家に対しては、2日目の調査が終わった後に訪問し、土壌のサンプリングのみを実施した。

(Universidade de São Paulo, 略称 USP) 核エネルギー農業センター (Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 略称 CENA) において、土壌の理化学的特性の分析を実施した³。

化学性の分析は次の項目にわたった (Raji, Andrade, Cantarell e Quaggio 2001: 172-199, 240-250)。

- ・ pH [0.01M CaCl₂(塩化カルシウム)]
- ・ 交換性水素 + アルミニウム (pH_{SMP} 法による値を、交換性水素 + アルミニウム換算表を用いて換算)
- ・ イオン交換樹脂法 (以下、Resina 法と記す) による交換性リン、カルシウム、マグネシウム、およびカリウム
- ・ Walkley-Black 法による土壌有機物

その他、Bouyoucos 法に準じて物理性の分析を実施した (Briceño y Pacheco 1984: 42-47)。

3. 肥培管理の相違がオオムギ幼植物の収量・養分吸収量に及ぼす影響

(1) 実験の目的

次の課題は、土壌の理化学性分析結果のみならず、土壌の肥沃性の評価として、残存肥料養分量が作物の生育にどのような影響を及ぼすかという点にあった。実際、日本のように湿気の

多い環境下では土壌病害の誘発が懸念され、化学肥料の過剰施用によって高肥沃化した土壌条件下では作物や野菜栽培を実施しても、各種土壌病害の発生により壊滅的ダメージに遭遇してしまうものである (小川 2001: 12-32)。また、作物栄養学の視点からも、ある養分の過剰障害や過剰吸収による他の養分の欠乏症が生じている可能性が指摘できるなど、肥培管理の方法と生育結果の関係が悪循環を繰り返していることが推察された。

以上のような見解を踏まえて、CENA において、ノイバウエルポットによる幼植物試験を実施し、土壌肥沃性の評価を試みた。

(2) ノイバウエルポット幼植物試験法

2003 年 6 月 2 日から筆者は、センターの支援下、CENA のガラス施設において、グアタバラ移住地の農用地の分析土壌を用いて、ノイバウエルポット幼植物試験を実施した。供試作物はオオムギ (品種 BRS 225) とし、栽培期間は 2 週間、一区三連による実験計画法に準じた栽培試験を行ったのである。なお、オオムギ幼植物 (以下、幼植物と記す) の播種には尿素 (67mg 窒素/200g 土壌) のみを施用し、種子は 1 ポット当たり 10 粒とした。

栽培管理としては、最大容水量の 60% となるように常に調整しつつ、1 日 2 回蒸留水を用いて灌水を行った。そして、植物を栽培することで、土壌に残存する肥料養分が植物に吸収・利用されるか否か、また、過剰施用の傾向にある場合、幼植物の収量・養分吸収量にどのような影響を及ぼすのか、について検討した。

³ 協力隊員としての任期を終えた筆者は、帰国までの途上、2 週間 (1995 年 8 月 11 ~ 25 日) オキシソル (酸性土壌) の改良に関する情報収集を目的に、ブラジルのアマゾナス州マナウス市近郊にある農牧研究公社 (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária : EMBRAPA) とサンパウロ州ピラシカバ市にある USP の CENA を訪問した。その際に、CENA において、村岡隆教授のお世話になり、それ以降、先方と交流を深めてきた。実際、センターでは土壌分析に関する設備が全く整っておらず、日本とは異なり、独自の土壌分析法が採用されていたことも分かった。そのため、同教授のご理解とご協力を得て、同州で採用されている土壌分析法についての理解を深める目的もあり、CENA で土壌分析を実施し、その後、ノイバウエルポット幼植物試験および収穫した幼植物の分析も実施することができた訳である。

表 1 土壌の理化学性分析値

土壌表層 (0-20cm)	粘土 (g/kg)	砂 (g/kg)	シルト (g/kg)	pH (0.01M CaCl ₂)	H + Al (mmol/dm ³)	有機物 (g/dm ³)	P (mg/dm ³)	K (mmol/dm ³)	Ca (mmol/dm ³)	Mg (mmol/dm ³)	交換性塩基合計*1 (mmol/dm ³)	有効交換塩基容量*2 (mmol/dm ³)
移住者 1	370	526	104	5.92	18.2	25.4	245.8	1.6	48.8	15.4	65.8	84.0
移住者 2	340	532	128	4.90	24.7	19.7	15.3	1.6	14.2	7.5	23.2	48.0
移住者 3	350	509	141	6.25	14.2	14.1	12.3	0.7	24.8	9.9	35.3	49.5
移住者 4	260	638	102	6.66	21.1	40.9	2,011.0	3.7	467.0	29.0	499.7	520.8
移住者 5	160	771	69	5.33	20.9	19.7	141.5	2.2	25.8	5.1	33.1	54.0
移住者 6	300	583	117	6.02	15.1	26.8	342.6	1.9	68.2	11.3	81.4	96.4
移住者 7	640	15	345	4.83	36.9	32.4	17.9	2.8	21.2	13.2	37.2	74.1
移住者 8	330	530	140	5.62	22.5	22.5	138.5	3.7	44.5	11.3	59.4	81.4
移住者 9	530	230	240	6.28	14.2	25.4	21.6	1.5	50.0	40.0	91.5	105.6
移住者 10	220	658	122	5.52	19.8	19.7	129.6	1.9	33.3	16.5	51.7	71.5
移住者 11	340	519	141	4.83	20.5	16.9	27.2	1.0	15.3	4.3	20.6	41.0
移住者 12	280	615	105	5.56	21.8	26.8	187.0	4.8	41.1	14.3	60.2	82.0
移住者 13	220	702	78	5.67	25.2	22.5	149.0	3.7	42.6	10.5	56.9	82.1
移住者 14	360	509	131	5.80	18.0	24.0	96.8	4.4	39.1	16.2	59.7	77.7
移住者 15	220	685	95	5.68	19.0	21.1	84.2	4.0	34.2	13.6	51.8	70.8
移住者 16	180	737	83	6.63	13.6	25.4	461.8	3.0	134.0	23.5	160.5	174.1
移住者 17	300	592	108	5.82	21.1	22.5	290.5	3.1	62.0	18.0	83.2	104.3
移住者 18	410	407	183	4.91	29.0	22.5	36.5	2.8	16.8	6.0	25.6	54.5
ブラジル人 1	330	506	164	4.67	61.8	29.6	38.0	4.3	23.5	8.8	36.6	98.4
ブラジル人 2	250	159	591	4.36	142.0	90.2	11.9	0.9	21.0	5.3	27.2	169.1
ブラジル人 3	470	102	428	5.15	59.9	47.9	43.9	6.6	47.6	6.4	60.6	120.4
ブラジル人 4	560	34	406	4.79	73.9	42.3	64.4	7.8	24.1	8.5	40.4	114.3
センター 1	260	650	90	6.59	14.3	21.1	132.6	4.0	62.8	25.6	92.3	106.6
センター 2	300	599	101	6.34	14.2	22.5	138.5	3.3	51.2	17.6	72.1	86.3
センター 3	260	652	88	5.90	15.7	16.9	66.3	1.8	26.3	13.3	41.3	57.0
センター 4	140	784	76	6.16	12.2	15.5	79.0	1.8	32.2	17.7	51.7	63.9
ブラジカバ圃場*3	100	880	20	4.40	33.1	19.9	7.6	0.8	12.9	6.1	19.9	53.0
ボツカツ圃場*4	260	670	70	4.50	66.0	25.0	4.0	0.6	4.0	2.0	6.6	72.6

*1 交換性塩基合計 = Ca+Mg+K

*2 有効交換塩基容量 = (水素 + アルミニウム) + 交換性塩基合計

*3 サンパウロ大学ピラシカバ圃場の分析データ (村岡隆 未発表資料)

*4 サンパウロ州立総合大学ボツカツ圃場の分析データ (Godoy, Villas Bôas e Büll 2003)

4. 実験結果および考察

(1) 土壌の理化学的特性

表1に土壌の物理性ならびに化学性の分析結果を示す(プライバシー保護のため、移住者名は記載せず、移住者やセンター圃場などは通し番号とした)。それと同時に、参考のために、同表には、サンパウロ州にある二つの大学の圃場における理化学性分析の結果も示した(Godoy, Villas Bôas e Büll 2003: 1049-1056)。

大学の圃場における分析結果と比べても分かるように、移住者の農用地では、各養分の含有量が全般的に高い傾向にあり、肥料の過剰施用の傾向にあることがうかがわれる(表1)。Resina法に基づく分析によれば、とくに、交換性のリン、カルシウム、およびマグネシウムの含有量が著しく高いことが明らかである。

聞き取り調査より、次の点が確認できた。すなわち、移住してから今日に至るまで大部分の移住者は、不定期であっても慣行的に、溶成リン肥(クエン酸またはクエン酸塩の水溶液に溶解するリン酸として20%、アルカリ分として50%を含有し、以下、溶リンと記す)(伊達・塩崎 1997: 13-18)を毎年500kg/ha(リン酸として100kg/ha)施用し、またドロマイト(石灰として30~40%、苦土として15~17%を含有する)(伊達・塩崎 1997: 159-161)も5~10t/ha程度施用し続けてきた。溶リンもドロマイトも難溶性であるため、その溶脱は容易ではなく、前者のみを毎年500kg/haも連続施用してきたのなら、土壌のアルカリ度を高め、マンガンや亜鉛の欠乏を引き起こしてしまっている危険性すらある(伊達・塩崎 1997: 13-18)。

それゆえ、即効性の重過リン酸石灰(リン酸として46%含有し、以下、重過石と記す)と併用すれば、作物の生育前期には重過石由来のリ

ン酸が吸収され、やがて溶リン由来のリン酸が溶け出して、作物の生育後期にはそれが利用される。例えば、リン酸として100kg/ha施用する場合、重過石と溶リンの比率を3:1と定め、前者は164kg、後者は125kg/haとするのも効率的な方法の一つである(Sánchez y Salinas 1983: 55-71)。また、筆者のパナマにおける研究成果でも明らかになったが³⁾、土壌の交換性水素+アルミニウムを沈殿させるには、2年周期で2t/ha程度のドロマイトを施用することが経済的にも効率的である(Sánchez y Salinas 1983: 41-55)。

実際問題として、土壌に肥料養分が過剰に蓄積する状態でも、昔からの習慣で、骨粉や溶リンを施用し続ける移住者もいる。彼らに聞くと、「スコールによって大量の肥料成分が溶脱してしまう」という思い込みが強く、肥料を散布することで農業生産における不足栄養素がなくなるという安心感も持つことがうかがわれた。

また現在、移住地では養鶏が産業になっており(鶏卵が特産品である。グアタバラ農事文化体育協会1999)その副産物として鶏糞が排出されることも無視できない。一般に、鶏糞堆肥化物の中には窒素が約3%、リン酸が約8%含有されるため(伊達・塩崎 1997: 213-214)例えば、鶏舎に養鶏が10,000羽もいれば大量の鶏糞が排出されることは明白であり、鶏糞に由来するこれらの肥料成分も土壌の高肥沃化を促進させたのだと思われる。

以上の土壌分析の結果から、グアタバラ移住地の農用地は、化学肥料の過剰施用の傾向にあることがうかがわれた。これは、「肥料をたくさんやれば、たくさん穫れる」という一つの先入観がもたらした結果ではないかと考えられる。この点について検討するため、次ではノイバウエルポット幼植物試験の結果を取り上げて、考察していきたい。

表 2 幼植物の乾物収量

	乾物収量 (g)	Duncan
移住者 4	0.324	a
ブラジル人 1	0.321	ab
ブラジル人 3	0.308	ab
ブラジル人 4	0.278	abc
移住者 16	0.271	bcd
移住者 12	0.251	cde
移住者 8	0.242	cde
センター 2	0.225	def
センター 1	0.224	def
移住者 10	0.222	defg
移住者 7	0.220	defgh
移住者 13	0.217	defgh
移住者 1	0.216	defghi
移住者 18	0.213	efghi
センター 3	0.186	fghij
移住者 5	0.179	fghijk
移住者 17	0.179	fghijk
移住者 3	0.168	ghijk
移住者 9	0.165	hijk
移住者 14	0.161	ijkl
移住者 6	0.141	klm
移住者 2	0.139	klm
移住者 15	0.127	klm
センター 4	0.111	lm
移住者 11	0.109	m
ブラジル人 2	0.053	n

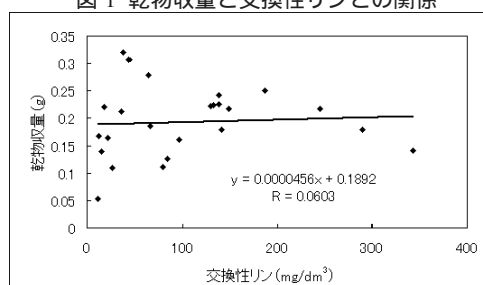
注：同一アルファベットは有意差がないことを示す。

(2) ノイバウエルポット幼植物試験の結果および考察

(i) 幼植物の乾物収量

各移住者、センター、およびブラジル人の圃場を供試土壌とした場合の幼植物地上部における乾物収量（以下、乾物収量と記す）の結果を、表 2 に示す。同時に、Duncan Multiple Range Test (5%) による統計解析の結果も示す。乾物収量と Duncan 表示から分かるように、最高値 0.324g から最低値 0.053g までの分布が見られ、乾物収量には多様な結果が観察される。また、統計的にも有意差が認められた。つまり、肥培管理の相違が幼植物の生育に影響を及ぼすことが推察されるのである。以下、土壌中の残存肥料養分と幼植物の乾物収量の関係について報告する。

図 1 乾物収量と交換性リンとの関係



(ii) 土壌の残存養分量と乾物収量の関係

図 1 に、土壌の交換性リンの分析結果と乾物収量との関係を示すが、相関係数は 0.0603 であった。別名で実肥とも呼ばれるリン酸は、通常、子実や果実の実つきをよくするために必要な養分であり、開花や結実に大きな効果を発揮する。またリン酸は、根から吸収されると作物体の組織中に貯蔵され、必要に応じ、作物体内を動いて供給されるという性質を持つ（米安 1991: 123）。ところが、土壌の交換性リンと乾物収量との間には相関関係は認められず、リン酸の過剰施用は幼植物の収量増大に貢献しないことが明らかとなった。

その他、交換性カルシウムやマグネシウムにおいても同様の傾向が観察された。カルシウムは、植物にとって骨格である細胞壁の構造保持に役立っており（高橋 1982: 189-192）、マグネシウムは葉緑素の構成成分として必要な栄養素である（高橋 1982: 192-194）。しかし、リン酸のみならずこれら作物養分も、外部から肥料という形で必要以上に施用されても、作物の収量増大には貢献せず、かえって、投入資材の出費を多くするだけで終わってしまう。

(iii) 乾物収量と養分吸収量の関係

前述の実験で採用した供試土壌においては、交換性カリウムの残存量と乾物収量の間に顕著

図 2 乾物収量と交換性カリウムとの関係
(**相関係数において 1%による有意差あり)

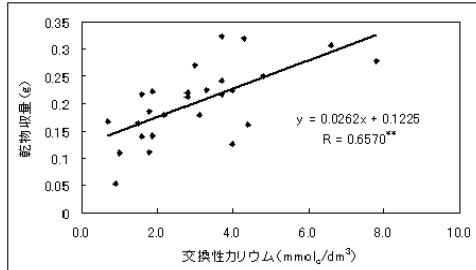


図 3 乾物収量とカリウム吸収量との関係
(**相関係数において 1%による有意差あり)

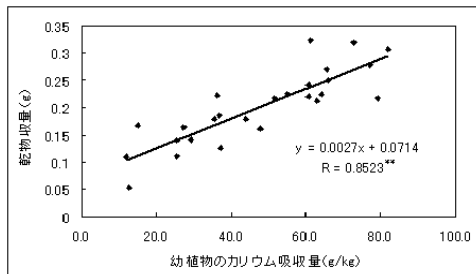
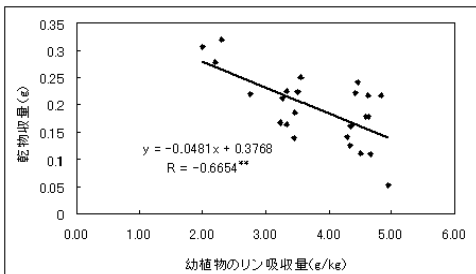


図 4 乾物収量とリン吸収量との関係
(**相関係数において 1%による有意差あり)



な相関関係が認められた(図 2)。カリは根肥ともいわれ、これは作物体内でできた炭水化物の移動や貯蔵、生理環境を調節することに大きな役割を果たしている。また、病害虫に対する抵抗力をつける働きも有する(米安 1991: 124)。つまり、交換性カリウムの残存量の多少が幼植物の収量に影響を及ぼすことが本実験から推察

された。

乾物収量とカリウム吸収量の関係に顕著な相関が認められることから、幼植物がカリウムを多く吸収すると、収量も増大することが明らかである(図 3)。ところが反対に、乾物収量とリン吸収量の間には顕著な負の相関が認められた(図 4)。つまり、幼植物によるリンの過剰吸収は収量を減少させ、採用土壌においてリン酸過剰による収量低下が懸念されるのである。

またカリウムと同様に、カルシウムについても、乾物収量との間に正の相関関係が認められた(回帰式: $y = -0.0074x + 0.1405$ 、相関係数: $R = 0.4872^*$)。しかし、カリウムの場合とは違い、収量と土壌の交換性カルシウム残存量の間には相関関係が認められなかったことから、カルシウム吸収量に関しては過剰施肥の存在が想定される。反対に、マグネシウムではリンと同じように負の相関関係にあることから(回帰式: $y = -0.032x + 0.3208$ 、相関係数: $R = -0.6707^{**}$)リンおよびマグネシウムの過剰吸収が収量を低下させる要因になったと思われる。

4. 研究結果の要約

大学の圃場の分析結果と比較して、グアタバラ移住者の農用地やセンターの圃場の状態は、明らかに、交換性リン、カルシウムおよびマグネシウムの過剰蓄積の傾向にあることがうかがえた。また、ポットという小規模な栽培試験ではあるが、交換性リンやカルシウムの含有量と幼植物の乾物収量の間には相関関係は認められず、これらの含有量の多少は、乾物収量の増大に貢献しないという結果がもたらされた。他方、幼植物の乾物収量とリンやマグネシウムの吸収量には、負の相関関係が認められた。これらの養分の過剰蓄積が収量を低下させることが懸念されたのである。

5. 移住地における過剰施肥土壌の生成とその対策—まとめにかえて

では、約40年間にわたる不適切な肥培管理の実施によって、グアタバラ移住地では、なぜ過剰施肥が引き起こされてしまったのだろうか。その要因を明らかにするには、日系移民の移住に関する歴史的背景や国際技術協力の可能性も考慮に入れながら、検討することが不可欠であろう。ここでは筆者なりの考えを述べることで、本稿のまとめとしたい。

(1) 移住にともなう農業技術の問題

日本の移民政策に基づき、グアタバラ移住地では、物資支援を中心とする援助が実施されてきた（白石 2004: 45-72）。かつて聞き取り調査を実施した際に、移住者たちは、日本より渡伯した農業技術者から短期ないし長期的に技術的アドバイスを受けた、と筆者に語っていた。ただ、そうした技術者自身が日本由来（つまりブラジルにとっては外来）の知識や経験に頼った部分があり、そのために移住者たちも、ブラジルという新しい環境下における適正技術がどこにあるのかを十分に把握できなかったのではないかと、そして、このことが肥培管理の不適切さにつながってしまったのではないかと、と筆者は推察している。

換言すれば、移住の当初から様々な面で苦闘してきた移住者たちも、日本からの農業技術者のアドバイスをそのまま受け入れて、不毛な酸性土壌を改良できると信じながら、ドロマイト、溶成リン肥、および鶏糞を長期にわたって施用してきたのであり、このことが、結果的に過剰投入を招いてしまったのであろう。つまり、移住や国際協力にともなう技術移転の問題や、環境や文化の相違という難しい問題が浮き彫りに

されているのである。

(2) 過剰施肥土壌の環境修復に取り組む必要性

以上のことから、過剰施肥土壌を作り上げたのは移住者自身であることが明らかになった。今日まで、その意味を充分に考えることなく大量の肥料を投入してきたことは、彼らも認めるところだった。しかし同時に、移民政策におけるアフターケアの一つとして、熱帯の農業技術における適切な土壌・肥培管理に関し、長期的アドバイスを充分に実施できなかったという援助する側の状況を考えると、日本政府が行ってきた援助のあり方にも問題があったと言わざるをえない。このように考えた筆者は、過剰施肥土壌の環境修復に向けて可能な限り取り組んでいく必要性を痛感している。

(3) 現時点における緊急の対応策

従来、移住者のほとんどが、適切な土壌診断を行うことなく、大量の化学肥料を購入・施用してきており、そのため、経費的にムダな投資も多くしてきたことは明白である（筆者が聞き取り調査に赴いたとき、一部の移住者は土壌分析の依頼を行いながらも、その結果を充分に理解しているとはいえない難かった）。その一方で、作物にとって必要以上の肥料養分が土壌中に残存している場合、近隣の河川を汚染するなど、日系社会ばかりかブラジル人の地域社会にまで悪影響を及ぼしてしまうことがあり、それが不安材料として懸念されるところである。

そこで、現時点における緊急の対策は、農業経営という視点からもムダといえる施肥を控えることであり、肥料を購入する前に、土壌サンプルの分析を関係機関に依頼して、肥料養分の残存量を把握することである。グアタバラにとっては、近隣のフィベロン・プレット市に Fibersolo

という民間の土壌分析会社があるので、そこを通じた成分分析が求められよう。そのためにかかる1サンプル当たりの土壌成分(pH、交換性リン、カルシウム、マグネシウム、カリウムと水素+アルミニウム、そして有機物)の分析費用はわずか5米ドルであり、これは、化学肥料の場合にかかる50キロ当たり15米ドル前後に比べて割安であるから、移住者たちにとってさして負担にならないと思われる。

(4) 移住者を交えたセミナーを開催する必要性

本調査では、センターの圃場の他、移住者やブラジル人の農用地を供試土壌として分析・評価してきた。それゆえ調査結果は、センター関係者向けのみならず、サンプリングに協力してくださったそれらの関係者一同に対しても報告していくことが求められるし、それが調査・研究者としての責務だといえよう。その際には、移住者向けの報告書などの記述において、化学分野で用いる元素記号などを使用することは避け、カタカナ書きにするとか、漢字にふりがなを付けるなどの細かい配慮が必要となつてこよう。

参考文献

Briceño, Jorge A. y Rolando Pacheco. 1984. *Método de analíticos para el estudio de suelos y plantas*. San José: Universidad de Costa Rica.

伊達昇・塩崎尚郎編 1997. 『肥料便覧』第5版、東京: 農山漁村文化協会.

土壌標準分析・測定法委員会編 1984. 『土壌標準分析・測定法』日本土壌肥料学会監修、東京: 博友社.

Godoy, L. J. G., R. L. Villas Bôas e L. T. Büll. 2003. “Utilização da medida do clorofolometro no manejo da adubação nitro-

genada em plantas de pimentao.” *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27: 1049-1056.

後藤逸男・村上圭一 2003. 「リン酸過剰が土壌病害を助長する」『施肥管理と病害発生』日本土壌肥料学会編、東京: 博友社.

グアタバラ農事文化体育協会編 1999. 『翔洋—第二のふるさと三十五年史—1962~1997』サンパウロ市: トッパン・プレス印刷出版社.

小川 奎 2001. 「土壌病害をどう防ぐか」『講座微生物段階の土づくり4』東京: 農文協.

Raji, Bernardo van, João Carlos de Andrade, Heitor Cantarell, e José Antonio Quaggio. 2001. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas-SP: Instituto Agronômico (IAC).

Sánchez, Pedro A. y José G. Salinas. 1983. *Suelos Ácidos. Estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical*. Bogotá: Sociedad Colombiana de las Ciencias del Suelo.

白石健次 2004. 『南米農業開発の回想—貴重な経験と反省—』サンパウロ市: トッパン・プレス印刷出版社.

高橋英一 1982. 『作物栄養の基礎知識—養分の吸収と生長』東京: 農山漁村文化協会.

米安 晟 1991. 『家庭菜園』東京: 永岡書店. ■