

肉の肥育期間
ロースト肉の肥育期間
肥育ガス交換機（F-1）の肥育比較試験

KA
702
873
BVO
RARY



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

平成8年度適正技術開発研究

肉牛の短期肥育技術の開発
—ネロール純粋種及びアバーディン・アンガス交雑種 (F₁)
の肥育比較試験—

サンタ・クルス県における草地改良技術の開発
—地域別牧草分析 (サン・ファン移住地) —

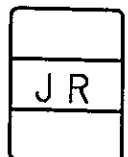
平成9年12月

国際協力事業団
ボリヴィア農業総合試験場

JICA LIBRARY



J 1140070 (2)



肉牛の短期肥育技術の開発
—ネロール純粋種及びアバーデン・アンガス交雑種 (F₁) の
肥育比較試験—

国際協力事業団
ポリヴィア農業総合試験場



1140070 [2]

目 次

1. はじめに
2. 試験方法
 - 1) 試験期間
 - 2) 供試牛
 - 3) 飼養管理
 - 4) 枝肉及び部分肉の調査
3. 結果及び考察
 - 1) 増体量
 - 2) 飼料摂取
 - 3) 枝肉及び部分肉生産
 - 4) 食味テスト
 - 5) 損益計算
4. 総合考察
5. 要約
 - 参考文献

1. はじめに

ボリヴィアの肉用牛生産は、広大な自然草地に依存した極めて粗放的な飼養管理体系によって営まれている。このため、出荷体重（350～400kg）に達するまで4～5年を要するのが一般的である¹⁾。こうした粗放的肉用牛生産方式体系が、自然環境を活用した、安価な牛肉を生産する伝統的システムとして定着している。

ボリヴィアでは、いわゆるフィードロットによる肥育は、エサ代等のコストを増大させ、かつ管理費がかかるだけで、利益を得にくいと言う認識が一般的である。また、当国では、品種や月齢、肉質等が肉価格に反映されず、屠殺前の栄養状態で枝肉価格が決定されているのが実態である。

しかし近年、肉牛生産が多様化しつつあり、例えば、乾季放牧と粗飼料給与や濃厚飼料の給与を組み合わせる短期肥育を試みる生産者もでてきた。この背景には、大豆やトウモロコシ、綿実等、畑作生産の増大と農産物加工の拡大にともない、農業副産物の活用が可能になったこと、また、短期間に出荷できることから、資金の回転を早められる利点が認識されてきたからであろう。さらに、畑作地帯の中心に位置する移住地では、経営の安定化を目指し、畑作と畜産の複合経営への期待も強まってきた。

周辺諸国の肉用牛の生産環境も急速に変化しつつある。ブラジルやアルゼンチン、パラグアイなど、周辺諸国では、すでに品種や肉質、生産方法、枝肉処理保冷等の違いにより牛肉価格が設定されている²⁾。ブラジル、アルゼンチン、ウルグアイ、パラグアイの4カ国からなる南米南部共同市場（MERCOSUR）に準加盟したボリヴィアでも近い将来、このような流通システムに移行するのは確実であろう。

ただ、枝肉重量、肉質を揃えるには、品種の統一や飼養管理システムの改善等が必要となる。当国の熱帯、亜熱帯地域においては、10年ほど前からネロール純粋種の普及が著しく、また、近年は、ヨーロッパ系品種の導入も盛んになってきた。したがって、今後予想される市場変化に対応していく上で、現地でのこれら純粋種やその交雑種に関する、産肉能力、肉質等に関するデータの蓄積が必要である。

一般にセブー牛（*Bos Indicus*）は、暑熱と乾燥条件に対して順応性を示す。また、自然草地における劣悪な放牧条件下においても外部寄生虫及び耐病性に優れ、粗食に耐えうる特性を備えている^{3, 4)}。他方、このような飼養環境のストレスが除かれたような飼養条件下では、セブー牛よりヨーロッパ牛（*Bos Taurus*）の方が高い増体能力を示すことが明らかにされている⁵⁾。

以上から、畑作地帯に適合し、かつ将来の牛肉市場に対応できる肥育技術の確立が急がれる。本試験は、熱帯、亜熱帯地域の環境に適應性が高いネロール種と肉質改善が期待されるヨーロッパ牛との交雑種（アバーティンアンガス種×ネロール種の一代雑種

(F₁) を対象に、短期肥育性能（産肉特性、肉質、経済性等）を比較検討したものである。

2. 試験方法

1) 試験期間

予備肥育期間；1996年6月10～1996年6月30日

肥育期間；1996年7月1日～10月10日（100日間）

2) 供試牛

ネロール種；ポリヴィア農業総合試験場（CETABOL）繁殖のネロール純粋種（11～16ヵ月齢、平均14.1ヵ月齢）の雄10頭（写真1）とアバーディン・アングス種とネロール種との一代雑種（以下F₁と略す）、9～16ヵ月齢（平均12.3ヵ月齢）の雄10頭を（民間牧場から購入）試験に供した（写真2）。

3) 飼養管理

試験場所；ポリヴィア農業総合試験場の簡易野外フィードロットを2つに仕切り、試験を実施した。施設内には、飼槽の他に水槽及び舐塩台を設置し、日避けのため一部に遮光ネットを設置した（写真3、4）。

給与飼料；給与飼料は表1の単体飼料を配合して調製した。また、飼料給与量及び体重350kgの養分要求量を表2に示した。飼料給与はNRC基準に基づき、予備肥育期間から試験開始後70日までは、トウモロコシサイレージに綿実、トウモロコシ（皮、芯込みで粉砕したもの）、綿実を配合してネロール種とF₁の牛群それぞれに給与した^{6,7)}（写真5、6）。また、71日以降は、綿実を綿実粕と糖蜜との組み合わせに変更した。理由は、前年の肥育試験結果から、綿実を肥育終了時まで給与すると、肉に綿実独特の臭気が残ると判断されたためである。

サイレージは飽食とし、給与量と残飼を毎日測定して、各牛群1頭当りの採食量を算出した。

水及びミネラルは自由摂取とした。給与したミネラル飼料の成分組成は、表3の通りである。

4) 枝肉及び部分肉の調査

枝肉重量の測定は、屠殺を依頼した屠場でおこない、また、部分肉の調査は、オキナワ農牧総合協同組合（CAICO）の処理施設で実施した。枝肉歩留は、枝肉重量／屠殺前体重（×100）により求めた。

3. 結果及び考察

1) 増体量

表1 単体飼料の成分組成

(乾物中)

飼料名	乾物 (%)	粗蛋白質 (%)	代謝エネルギー Mcal/kg	TDN (%)
トウモロコシサイレージ	27.9	4.8	2.45	65
殻付トウモロコシ	82.0	8.0	2.50	69
綿実	92.7	21.6	3.40	88
綿実かす	94.0	40.0	2.43	65
糖蜜	75.0	5.8	2.60	72

表2 飼料給与量及び養分要求量

飼料名	現物重量 (kg)	乾物重量 (kg)	粗蛋白質 (kg)	代謝エネルギー (Mcal)	TDN (kg)
トウモロコシサイレージ	20.0	5.6	0.27	13.67	3.63
穂芯トウモロコシ	2.0	1.6	0.13	4.10	1.13
綿実	1.5	1.4	0.30	4.73	1.23
綿実かす	0.6	0.6	0.23	1.37	0.37
合計	24.1	9.2	0.93	23.87	6.35
要求量 目標増体 (0.9kg/日)		8	0.80	20.8	5.8
(体重350 kg) (1.1 kg/日)		8	0.83	22.4	6.2

表3 給与したミネラル飼料の成分組成

ミネラル	1 kg中の添加量	ミネラル	1 kg中の添加量
Ca(g)	101.2	Fe (g)	1.0
P(g)	47.3	S (g)	1.0
Mg(g)	1.9	Co (mg)	15
Cu (g)	0.3	I (mg)	200
Mn (g)	0.3	Se (mg)	10
Zn (g)	1.6		

NaCl(g) ; 上記ミネラルが、表示通り含まれるよう食塩で調整
(約600g含まれている)

試験開始時における供試牛の月齢は、ネロール種で11~16ヵ月(平均14.1ヵ月)、 F_1 で9~16ヵ月(平均12.2ヵ月)、体重は、前者で平均313 kg(284~329 kg)、後者で平均354 kg(296~406 kg)で、 F_1 の月齢がおおよそ2ヵ月若かったのに、体重は約40 kg重かった。

ネロール種、 F_1 ともに、肥育による外観の変化は明らかで、100日間の肥育により、前駆、中駆、後駆ともに肉付きが良くなっている(写真7、8)。

肥育期間中の個体別増体を表4に示した。ネロール種は、試験開始時、12時間絶食で平均313 kgであったものが、試験終了時には、407 kgに増体した。 F_1 は、354 kgから447 kgに増体した。試験期間の平均日増体量は、ネロール種が0.942 kg、 F_1 で0.928 kgで有意差はなかった。しかし、試験開始から70日目までの平均日増体量は、ネロール種が0.978 kg、 F_1 が1.065 kgであった。試験開始71日目からの給与飼料の変更で、 F_1 の日増体量低下がネロール種よりも顕著で、給与飼料構成の変更が、 F_1 に大きく影響したことを示していることから、本試験で、飼料給与構成を変更しなければ、全肥育期間における平均日増体量は、 F_1 の方が高くなったと推察される。

2) 飼料摂取量

試験期間における飼料摂取量の推移を図1に示した。ネロール種の飼料摂取量は、試験開始時に原物で19 kg前後だったものが、70日後には22 kg前後に増大した。一方、 F_1 では同期間中、23 kg前後から25 kg前後まで増体した。飼料構成を変更した71日目以降10日間は、ネロール種、 F_1 ともに、摂取量が低下しその後、回復傾向を示したが、元の採食量には至らなかった。

肥育100日間の日平均現物摂取量は、ネロール種で20.7 kg、 F_1 で23.6 kgであった。この現物摂取量を乾物に換算すると、ネロール種は8.6 kg、 F_1 は9.5 kgとなった。一般に、体重、増体量などが同じで、かつ飼養環境が同じである場合には、品種間の養分要求量にほとんど差がない。今回の試験では、日増体量にほとんど差がなかったことから、この飼料摂取量の差は、両供試牛群の平均体重の差に基づくものと考えられる。

ミネラルの摂取状況を表5に示した。試験開始初期(6月12日~6月25日)は、日平均96.2 g摂取していたものが、8月9日以降の54日間では50g以下に低下しており、試験開始前において供試牛のミネラル摂取、特に塩の摂取量が不足していたことを推定させる。

ところで、*Bos Indicus*と*Bos Taurus*では、耐暑性や飼料消化特性の面で異なることが知られており、試験結果の解析や飼料給与にあたっては、この点に配慮する必要がある。すなわち、消化器管内での食塊の通過速度が遅いセブー牛の方が、ヨーロッパ牛

表3 給与したミネラル飼料
の成分組成

	(Kg当り)
Ca(g)	101.2
P(g)	47.3
Mg(g)	1.9
Cu (g)	0.3
Mn (g)	0.3
Zn (g)	1.6
Fe (g)	1.0
S (g)	1.0
Co (mg)	15
I (mg)	200
Se (mg)	10

NaCl(g) ; 上記ミネラルが、表示
通り含まれるよう食塩で調整
(約600g含まれている)

表5 供試牛のミネラル摂取量の推移

期 間	一頭当りの摂取量(g)
6.12~6.24 (13日間)	96
6.25~7.18 (24日間)	52
7.19~8.8 (21日間)	60
8.9~9.5 (28日間)	45
9.6~10.1 (26日間)	48

表4 肥育期間中(100日間)の増体及び日増体量

ネロール			F1		
試験開始時 (kg)	試験終了時 (kg)	日増体量 kg/日	試験開始時 (kg)	試験終了時 (kg)	日増体量 kg/日
327	417	0.90	396	500	1.04
307	392	0.85	370	457	0.87
321	427	1.06	371	473	1.02
310	384	0.74	314	425	1.11
295	377	0.82	341	422	0.81
325	434	1.09	406	501	0.95
309	400	0.91	372	453	0.81
329	425	0.96	326	412	0.86
284	393	1.09	349	442	0.93
318	418	1.00	296	384	0.88
313±14	407±20	0.94±0.04	354±11	447±12	0.93±0.03

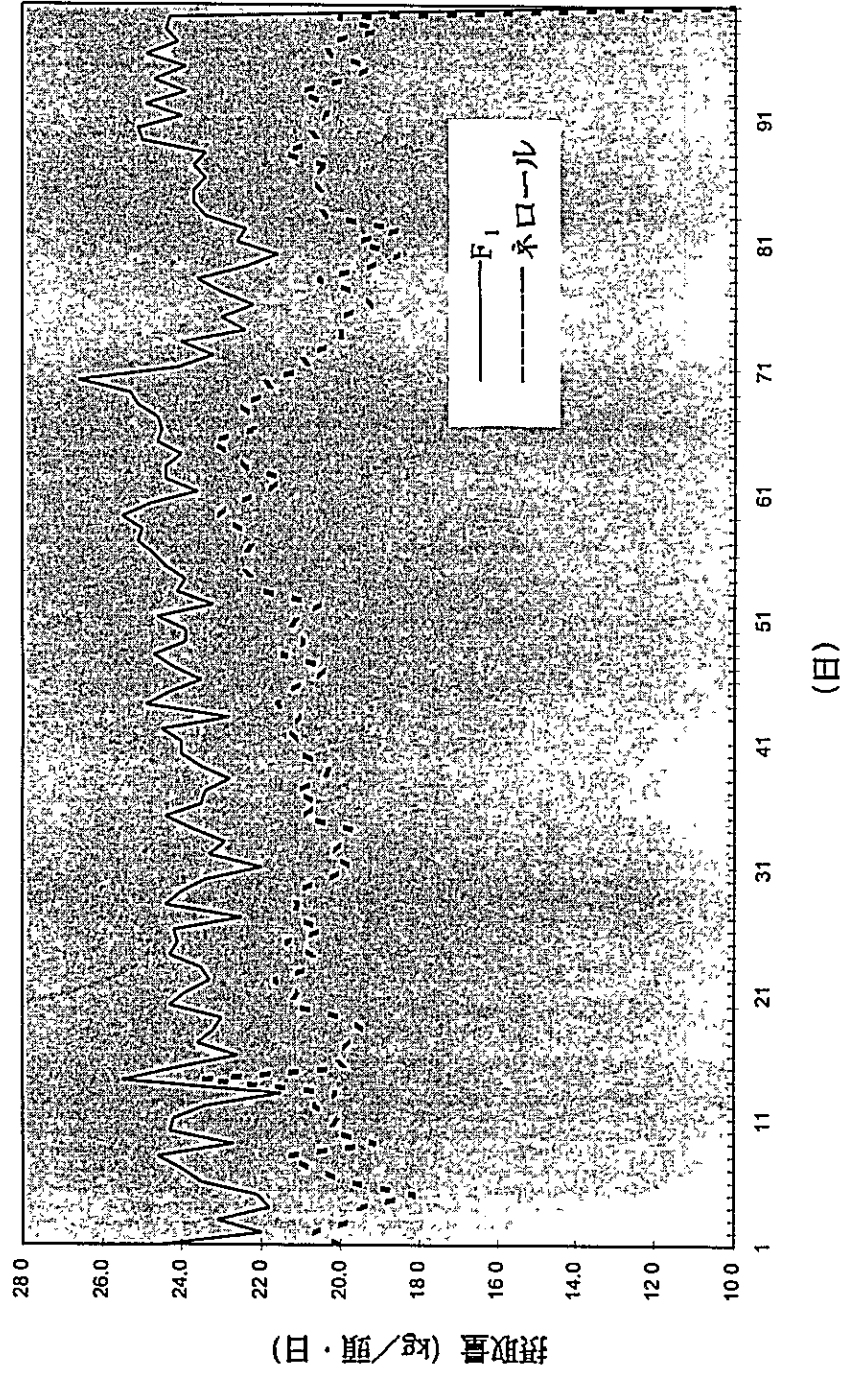


図1 飼料摂取量の推移

よりも繊維質粗飼料の消化率が高いとされている⁹⁾。一方、濃厚飼料主体の飼料給与で実施されたブラーマン種とサンタガートルーティス種、いずれも去勢雄、肥育終了時20ヵ月齢のフィードロット肥育比較試験では、増体成績は前者が劣っていた。この理由として、フィードロットの濃厚飼料多給条件下では、セブー牛は飼料中の蛋白質、エネルギー利用効率の面で劣るとした（プロ技「バラグアイ家畜繁殖改善計画」¹⁰⁾）。今回の試験では、供試牛群に体重差があり、月齢も異なっており、こうした比較はできなかった。

3) 枝肉及び部分肉生産

枝肉の形状は、ネロール種と F_1 とは大きく異なる（写真9、10）。ネロール種の方が、全体的に細長く、「ヒレ」が厚い。一方、 F_1 は「まえ」、「ともぼら」、「もも」の均称が良い。

枝肉重量及び枝肉歩留を表6に示した。平均枝肉重量は、 F_1 (247 kg)の方が、ネロール種 (237 kg) より重かった。しかし、枝肉歩留では、ネロール種 (60.0%)の方が、 F_1 (56.6%) より有意 (1%水準) に高かった。

今回の試験では、供試牛の月齢を揃えられず、屠殺時月齢は、ネロール種で15~20ヵ月、 F_1 のそれは13~20ヵ月であり、それぞれ5ヵ月、7ヵ月の開きがある。月齢と枝肉歩留の関係をみると、両群とも最高月齢 (20ヵ月) の歩留は、それ以下の月齢より高い傾向を示し、一方、同じ月齢で比較した場合、枝肉歩留はネロール種の方が高かった (図2)。

先に述べたバラグアイでの肥育比較試験では、ブラーマン純粋種の枝肉歩留は、屠体重450kg前後で平均60%前後、最高で62%に達する例もあり、サンタ・ガートルーティス種より2%前後上回っていた¹⁰⁾。当試験場で実施したギニアグラス草地放牧肥育試験でも、ネロール純粋種雄は平均58%近くの枝肉歩留を得ている (96年度試験研究実績)。

具体的データは示されていないが、アルゼンチン北部の亜熱帯地域での肥育では、 F_1 の方が、ヨーロッパ系純粋種よりも枝肉歩留が2~3%良いとされている¹¹⁾。冷涼気候下でも、粗飼料多給でのアバーディン・アンガスの枝肉歩留 (20ヵ月齢) は平均58%台で¹²⁾、今回試験した F_1 の20ヵ月齢とほぼ同じ水準であった。ヨーロッパ純粋種を環境条件の合わない暑熱地域で肥育すれば、枝肉歩留はさらに低下することも推察される。

ネロール種と F_1 、それぞれ同体重の3頭について、枝肉歩留をみると (表7)、ネロール種が3.6%高い。3頭の屠殺前平均体重は、ネロール種で415 kg、 F_1 で418 kgと差はなく、したがって、頭部、内臓、皮、血液の合計重量が、逆に F_1 の方で15 kg以

以上も上回ることになる。ただしこの場合、体重を合わせたため、3頭の平均月齢はネロール種が18.3ヵ月、 F_1 は13.7ヵ月と4.6ヵ月の開きがあり、このデータの比較にあたっては、月齢差による発育過程の違いにも配慮する必要がある。

セブー牛 (*Bos Indicus*) はヨーロッパ牛 (*Bos Taurus*) に比較して、1) 皮が薄く、2) 消化器官の容量が小さく、3) 皮下筋肉の発達が良い等^{13,14)}、形態学的相違がある。今回試験に用いた F_1 は、ネロール種とアバーティン・アングス種の中間的形質を保持していると推察され、したがって、こうした特徴を反映して、 F_1 がネロール種より枝肉歩留が下回ったと考えられる。

表7に示した3頭について半丸の部分肉割合をみると(表8)、1等肉割合は、ネロール種(35.4%)が F_1 (34.0%)より高く、2等肉割合と3等肉割合は、 F_1 の方が高い傾向を示した。重量比較ではさらに明瞭で、枝肉重量が重いネロール種の方で1級肉が4kg程度多くなる。一等肉でセブー牛の方が顕著に高い部位はBollo Grande(2)、Bollo Chico(3)、Bollo de Brazo(4)、Colugadura(5)及びCuadrada(10)であり、これらは、ももとその上体部分に相当する(図3)。

肉の価格についてであるが、ボリヴィアでは、部分肉の価格差は日本に比べると極めて小さく、1等肉と2等肉の価格差も平均で1ドルにも満たない(表8)。骨が大部分の3等肉においてもkg当り1~2ドルで販売されている。焼肉(アサード)に欠かせない、あばら部分(Costilla)がハンバーグ用肉(Carne de segunda)より高い。

4) 食味テスト

食味テストの結果を表9に示した。調査項目は、固さ、臭、脂肪ののり及び味の4項目で、70名の日本人を対象にテストを実施した。 F_1 の方が、柔らかく、脂がのり、味が良いと言う結果であった。

第6~7肋骨間の切断面でこの結果が裏付けられる(写真11、12)。 F_1 の方が、筋繊維が細く、筋間脂肪が多い。月齢が進めば、さらに脂肪がのってくると考えられる。

5) 損益計算

損益計算を表10に示した。支出は、固定経費(トラクター等、農業機械の減価償却、保守・点検費)、変動経費(牛購入費、飼料購入費、ワクチン代、人権費)、銀行利子(運営資金を借入した場合の利子)に大別されるが、このうち、固定経費は、各農家によって異なり、特に償却に関する部分に大きな差がある。したがって、ここでは、経費から固定経費を除外して損益計算し、荒利益を利益として算出した。素牛購入代が全経費(固定経費除く)の80%を占め、14%が飼料代であった。トウモ

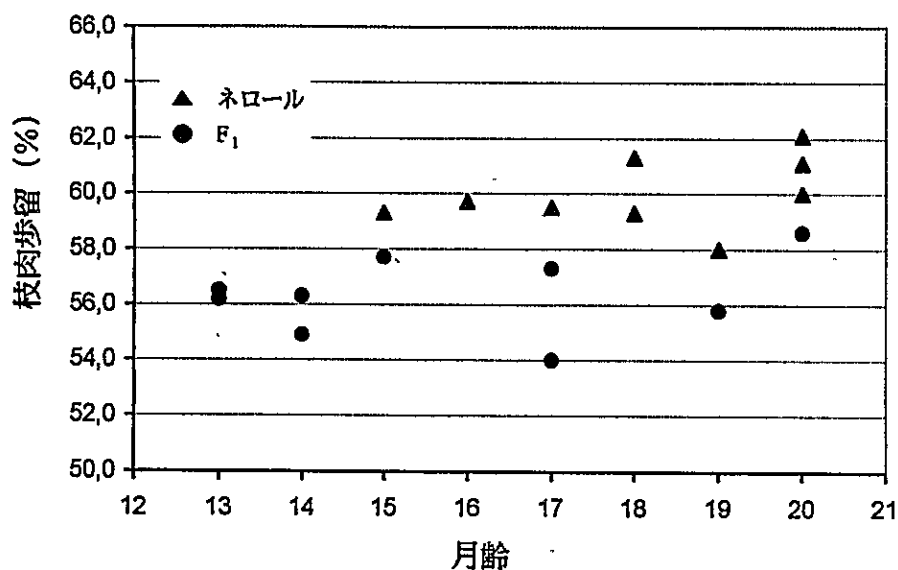


図2 屠殺月齢と枝肉歩留の関係

表6 供試牛の枝肉重量及びその歩留

品種 (頭数)	屠殺前絶食体重 (kg)	枝肉重量 (kg)	枝肉歩留 (%)
ネロール (10)	395±7	237±5	60.0±0.3
F1 (10)	437±11	247±7	56.6±0.5

枝肉歩留は、1%水準で有意差あり

表7 同一体重で比較した枝肉重量及びその割合

品種 (頭数)	屠殺時絶食体重 (kg)	枝肉重量 (kg)	枝肉歩留 (%)
ネロール (3)	415±8	247±6	59.5±0.2
		(246±6)	(59.3±0.2)
F1 (3)	418±7	234±7	56.0±0.4
		(233±7)	(55.7±0.4)

() 内は、冷屠体のデータ

枝肉重量、歩留とも1%水準で有意差あり

表8 部分肉の重量、割合及び価格

(表7に示した3頭の平均)

部位名称	ネロール種			F1	
	重量(割合;%)	Bs/kg	合計金額	重量(割合;%)	合計金額
Peseto(1)	2.3(1.9)	15.0	34.5	2.2(1.9)	33.5
Bollo Grande (2)	8.1(6.6)	15.0	121.5	7.2(6.3)	108.5
Bollo Chico (3)	4.6(3.7)	15.0	68.5	4.0(3.5)	60.5
Bollo de brazo (4)	5.9(4.8)	15.0	88.0	5.3(4.6)	79.5
Colgadura (5)	3.2(2.6)	16.0	50.7	2.9(2.5)	46.4
Lomo (6)	8.6(7.0)	16.0	137.6	8.0(6.9)	128.0
Lomito (7)	2.0(1.6)	18.0	36.0	1.6(1.4)	28.8
Cabeza de lomito (8)	1.2(1.0)	16.0	18.7	1.1(1.0)	17.6
Punta de ese (9)	2.0(1.6)	16.0	32.0	2.1(1.8)	33.6
Cuadrada (10)	4.3(3.5)	15.0	64.5	3.6(3.1)	54.5
Chingolito (11)	1.2(1.0)	15.0	18.5	1.1(1.0)	17.0
小計 (1等肉)	43.3(35.4)		670.4	39.3(34.0)	607.9
Queperi (12)	2.7(2.2)	12.4	33.1	2.6(2.3)	32.2
Pollera (13)	4.7(3.8)	12.4	58.3	4.7(4.1)	58.3
Tapa de paleta (14)	2.9(2.4)	12.4	36.4	2.7(2.3)	33.5
Rapi (15)	1.8(1.4)	12.2	21.6	1.6(1.4)	19.5
Pecho (16)	4.7(3.8)	10.0	47.0	4.6(4.0)	45.7
Tortuguita (17)	1.8(1.4)	12.2	21.6	1.8(1.5)	21.6
Carne de segunda(18)	16.7(13.6)	9.0	150.3	16.6(14.3)	149.1
小計 (2等肉)	35.2(28.8)		368.1	34.5(29.8)	359.8
Costilla(19)	11.7(9.5)	9.5	110.8	10.3(8.9)	98.2
Hueso de blanco(20)	12.7(10.4)	4.0	50.8	11.9(10.3)	47.7
Hueso de colorado(21)	14.0(11.4)	5.0	70.0	14.3(12.3)	71.3
Choquisuela(22)	0.6(0.5)	5.5	3.5	0.6(0.5)	3.3
小計 (3等肉)	39.0(31.9)		235.1	37.1(32.1)	220.5
Recorte	4.8(4.0)			4.7(4.1)	
合計	122.4(100.0)		1273.7	115.6(100.0)	1188.3

Bs. ; ポリヴィアーノス (1ドル=5.12 Bs.)

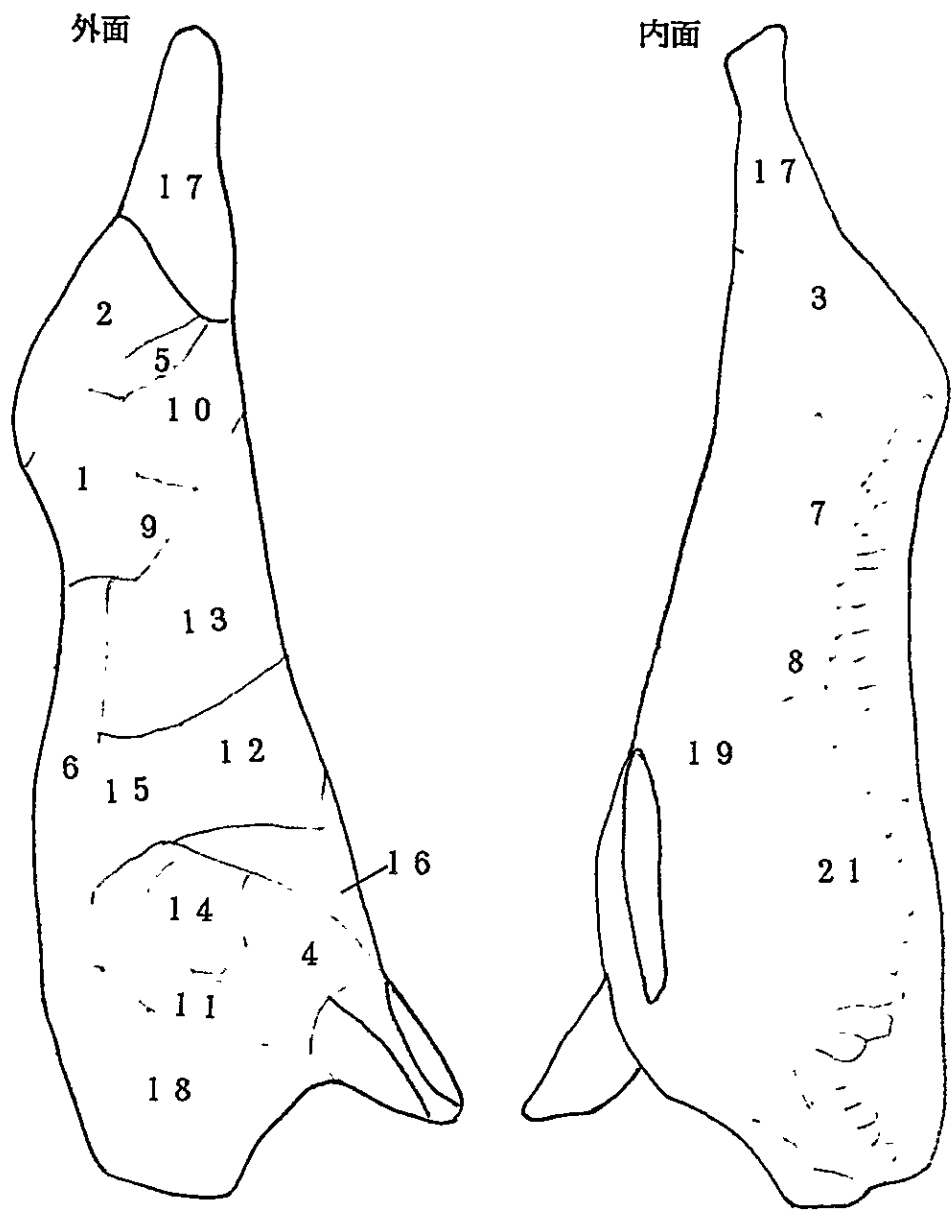


図3 ポリヴィアにおける牛部分肉の分割
 (各部位の番号は表8の部位名称に付した番号に対応)

表9 食味テスト

(68人)

品 種	固さ			匂		脂			味		
	柔らか	普通	固い	普通	良くない	少	普通	多	良	普通	悪い
ネロール種	40	50	10	90	10	20	44	36	38	62	0
F1	65	31	4	94	6	28	66	6	70	27	3

表10 損益計算

支出及び収入	項目	ネロール種	F1
支出(10頭)	もと牛代	3,125	3,541
	飼料代(粗飼料)	184	219
	(濃厚飼料)	436	436
	ワクチン	29	29
	人件費	48	48
	輸送費他	168	168
	合計	3,990	4,441
収入(10頭)	枝肉	4,104	4,326
	内臓	160	160
	皮	170	170
	合計	4,434	4,656
	損益	444	215

ロコシサイレージは当農場で生産したが、このトウモロコシの実を販売したと仮定して、その予想収入額を飼料購入費として計上した。収入は、枝肉重量、皮、内臓からなる。

以上の支出、収入から損益を計算すると、ネロール種は10頭で約443ドル、 F_1 は約215ドルの黒字（荒利益）となった。内臓と皮は、体重に関係なく一律の価格でだが、枝肉歩留は、ネロール種の方が平均で3.5%も高く、これが収入の差になっている。

ポリヴィアでの枝肉価格は、生体の太り具合で若干の差がある程度で、いわゆる等級区分はない。すでに述べたように、部位別で価格が若干異なるが、同じ部位であれば、肉質に差があっても価格は同じである。したがって、農家の販売収入は枝肉量で決まることになる。

4. 総合考察

ポリヴィアでは、粗放管理での自然交配による交雑牛の日増体量が150~270gと少ないが、純粋ネロール種では、同じ放牧管理でも500g/日と2倍近い増体が認められており、また、生体重は4才牛で370~400kg（枝肉重量平均180kg程度）が一般的であるが、飼料状況が良く、安定した通年飼料給与体系が図られると、30~32ヵ月で屠殺重量に達する¹⁾。

アメリカでは1960年代から、またブラジルやパラグアイでは近年、セブー（ブラーマン、ネロール）とヨーロッパ系品種との交雑（ F_1 等）が肥育に導入されている¹⁵⁾。一般に、交雑牛の生産能力が高まるのは、雑種強勢と品種の形質補完という二つの原理によるもので、例えば、耐暑性に優れたネロール種と肉質の優れたアングス種の交雑は、この形質補完にあたる。また、特定の形質に関して、産子の能力が、両親の能力の平均を上回る場合、雑種強勢があったということになる。

本試験では、2品種の体重をできるだけ合わせるようにしたが、その結果、供試牛の月齢に大きなばらつきがでた。ネロール種では5ヵ月、 F_1 では7ヵ月の開きがある。それにもかかわらず、両品種とも月齢と体重の間には、密接な関係は認められず、この点からも供試牛の遺伝的バラツキが大きいことが推察される。ネロール種は、インドから導入されブラジルで改良されてきたが、改良の歴史が浅く、また改良目標が明確にされていない部分がある。当然、ネロール種やその F_1 には、系統と言った概念はまだ確立されていない。したがって、試験設計や結果解析にあたっては、供試牛の持つ資質面（産肉能力、飼料効率、気質など）を十分考慮する必要がある。

本試験の給与飼料は、サイレージを主体に濃厚飼料を加えて、NRC標準に合わせた。飼料によっては、暑熱ストレスの影響を増大させ、ひいては増体量を低下させる要因に

なることが知られている。例えば、わら等の低質粗飼料は、第一胃内での発酵熱が高く、また蛋白質は、体内での発熱量が大きい⁸⁾。また、乾草の方が、サイレージより低い温度から摂取量の減少が発現し、濃厚飼料は最も影響を受けないとされている¹⁶⁾。オキナワ移住地が位置するサンタクルス県は、乾季でも(5~10月)でも、日中30℃を越す日が多い。しかし、今回試験成績(乾物摂取量や増体)からは、ネロール種、F₁ともに暑さの影響は殆どなかったと推察される。

次に枝肉歩留の問題であるが、本試験の10頭の平均で比較しても、また、同一月齢(屠殺時19ヵ月齢)での比較においても、枝肉歩留はネロール種の方が高かった。先に述べたバラグアイでの濃厚飼料主体の肥育試験でも、サンタガートルティス種よりブラーマン種の方が、枝肉歩留が高い結果を得ている。すでに述べたように、当試験場でのネロール種の夏期放牧肥育(96年度ポリヴィア農業総合試験場試験研究実績)でも平均58%近くの枝肉歩留を示した。したがって、F₁とネロール種における枝肉歩留の差は、すでに述べたように解剖学的特性に基づくものであり、ネロール種は、ポリヴィアの飼育環境に適合していると考えられる。ただし、高齢牛雄(36ヵ月以上)の場合は、フィードロット短期肥育でも、枝肉歩留は52%前後に留まっており、それ以上の肥育効果は期待できないようである(95年度ポリヴィア農業総合試験場試験研究実績)。

ところで、肉用牛の肥育では、品種、性、給与飼料の種類、期待する枝肉歩留、利益等によって、肥育方式、すなわち、肥育期間や仕上げ体重が異なる。ポリヴィアでは、一般に脂肪の少ない、蛋白な肉が好まれ、肉質による等級区分はない。したがって、すでに述べたように、枝肉歩留が高くなる生産方式の方が利益が高くなる。

本試験結果から、ネロール種雄を用いたフィードロット短期肥育(日増体量0.9kg以上)で枝肉割合60%以上を達成するには、肥育開始月齢16~17ヵ月前後、仕上がり月齢19~20ヵ月前後にするのが妥当であろう。この場合の飼料であるが、日増体目標が0.9~1kg程度であれば、体重350kg以上の場合、給与量を変えるだけでよく、養分含量を変更する必要はない。さらに、肥育期間を延長しても枝肉部留りはそれほど低下しないと予想されるが、飼料効率は体重増にともなって当然低下していくので、肉質が評価されない現状では、肥育期間の延長は収益を低下させる要因になるかもしれない。

乾季の肥育時期は各種要因を考慮して決定する必要があるが、7月から10月までの3~4ヵ月間が適当であろう。理由は、暖地型牧草の生育が衰え、放牧草が不足する時期は、5月から10月までであること、綿実やその粕、米ぬか等の農業副産物の入手は、6月以降になること、10月頃に枝肉価格が最高値になること等である。

日増体量を0.7kg程度に下げるのであれば、給与飼料の蛋白質含量やエネルギー含量を低くできる。この場合、濃厚飼料の給与量を減らし、その分安価な粗飼料(サイレージ、乾草等)に切り替えられるので、枝肉歩留が55%前後でも十分収益が得られるであ

ろう。

すでに述べたように、ネロール種は、栄養価の低い飼料への適応性が高い。ボリヴィアでは、枝肉価格に比較して、濃厚飼料の価格が相対的に高く、また年によっては濃厚飼料が入手しにくい。畑作地域での粗飼料確保は容易であることから、粗飼料の割合を高くした半集約的肥育の方が、現地適応技術として有効性が高いではないかと考えられる。ただし、若干の肥育期間の延長が必要になるであろう。

資金の回転や土地の有効利用からみれば、繁殖から肥育までの一貫生産よりは、15～20ヵ月齢の育成牛を素牛として購入し短期肥育する経営の方が、利益が高まる可能性もある。現在は、ベニ県など、乾季に飼料不足で痩せた牛をサンタクルス県に移動させ肥育素牛として取り引きされる例もあるが、こうした牛は月齢や体重、品種が不揃いで、規格化した枝肉生産は期待できない。サンタクルス地域での肥育素牛流通システムの確立が望まれる。

いずれにしても、ボリヴィアのように基本的に肉質による価格差がない市場では、枝肉歩留が高くなるネロール種やブラーマン種など、セブー牛の飼育が有利になる。柔らかく、油がのった肉が、高く取り引きされる環境にならない限り、F₁やヨーロッパ牛がネロール種よりも高収益をあげるのは難しいであろう。飼養管理面でも、ネロール種が有利である。例えば、繊維質粗飼料の消化性が高いこと、また今回の試験から飼料構成変更に対する適応性はネロール種の方が高いと判断されること等が挙げられよう。

ここでボリヴィアにおける肉牛の生体取り引きや牛肉の流通について少し細かくみると、枝肉価格は太り具合で決まってしまうが、その価格は1.5~1.7ドル/kgの範囲で最大でも0.2ドル/kg程度の差しかない。部分肉の流通は、貯蔵施設等の問題から、解体直後、或いは1～2日寝かせて販売されるのが一般的である。すでに述べたように、部分肉も価格差は小さい(表4)。

こうした価格体系が確立されている背景には、食習慣が挙げられよう。南米における牛肉料理のご馳走は、塩味だけの焼肉料理(アサード)であるが、この料理法では、骨つき肉やひれ肉以外の肉塊の方が、こくがあって美味しい。この他の南米の肉料理には、煮込み料理が多く、肉の固さはあまり問題にならない。内臓煮込み料理も低所得者層を中心に常食されている。

しかし今後は、料理の多様化により、調理しやすい柔らかい肉の消費が増大していく可能性が高い。共働きが普通になってきており、こうした社会環境の変化も調理しやすい素材の需要を高めることになろう。鶏肉(プロイラー)の需要が急増しているのもその現われの一つである。

この他、牛肉市場との関連で注目すべき点として、ボリヴィアの南米南部共同市場(MERCOSUR)への加盟が挙げられる。今後、外国資本の流入で食品加工も大きく変

化する可能性があり、ファーストフードの普及は、枝肉や部分肉の規格化を促進するであろう。したがって、増体や肉質に関する基礎データを蓄積することは、これからの流通市場の変化に対応していく上で極めて重要である。

ところで、オキナワ農牧総合協同組合（CAICO）の農場で肥育生産された肉牛（在来牛、ネロール）が、同組合直営のスーパーで精肉、販売されており、購入者に好評である。しかし、販売価格は、他のスーパーと変わらない設定である。肉質が良いからといって、価格を上げると、一般消費者が敬遠してしまうからである。ただし、サンタクルスの一部ホテルやレストランでは、同じメニューの肉料理でも肉がアルゼンチン産か国内産かによって3割程度の価格差をつける例もみられる。しかし、こうした例は稀で低所得者層が大部分を占めるポリヴィアは、肉はまだ質より量の時代と言えよう。

本試験結果から、肉質面では F_1 の優位性が認められた。しかし、枝肉歩留はネロール種の方が高く、また1級肉の割合も同品種の方が高い結果を得た。したがって、肥育から精肉販売までの一貫生産を想定した場合、 F_1 の肉価格をネロール種よりも全体的に10%近く高く設定しなければ同じ収益は得られない。ホテルや高級レストラン、日本人など、特定の消費者を対象に高級肉として販路を確保できれば、肥育に F_1 やヨーロッパ牛を導入しても採算ベースに載せることができるであろう。また、MERCOSURへの参入で市場環境が変わり、肉質が重視されるようになることも予想され、将来は南米以外の市場への輸出の可能性もでてくる。こうした市場に対応していくには、これまで以上に人畜共通伝染病等、疾病対策にも十分配慮する必要がある。

5. 要 約

畑作地帯における肉用牛肥育技術の確立に資することを目的に、ネロール種とアバーディン・アンガス×ネロール交雑種 (F_1) を供試し、短期肥育試験をおこない、産肉能力、肉質（食味）、経済性等を比較検討した。得られた結果を要約すれば、以下の通りである。

- 1) 試験開始時平均体重と月齢は、ネロール種で313 kg (14.1ヵ月)、 F_1 で354 kg (12.2ヵ月)、終了時体重は、それぞれ407 kg、447 kgであり、この間 (100日間) の日増体量は、ネロール種0.942 kg、 F_1 0.928 kgと前者が優れていた（ただし、飼料構成変更までの70日間の日増体量は、 F_1 の方が優れていた）。しかし、試験成績からは、供試牛の遺伝的バラツキが推察され、今後の検討課題として残された。
- 2) トウモロコシサイレージ主体の飼料摂取量（朝、夕の2回）は、ネロール種で平均8.6 kg（乾物）/日、 F_1 では9.5 kg/日となったが、この摂取量の差は主に体重差によるものと考えられた。
- 3) 枝肉歩留は、ネロール種が平均60.0%、 F_1 が56.6%となり、前者が有意に高い値を示したが、この差は両者の形態学的差異を反映しているものと推察された。
- 4) 部分肉の割合をみると、1等肉の割合はネロール種が高く、2等肉、3等肉の割合は F_1 の方が高い傾向を示した。
- 5) 食味試験では、 F_1 の肉が柔らかく、脂がのり、味が良いとの判定を得た。
- 6) 損益計算では、枝肉割合の差を反映して、ネロール種が10頭分で443ドル、 F_1 が215ドルの荒利益（減価償却を除く）となった。
- 7) 現状の牛肉価格体系（肉質による価格差がない）では、枝肉歩留が高くなるネロール種が、 F_1 よりも収益面で有利であり、また飼養管理面でも前者が有利な条件（給与飼料を変更した場合、日増体量が低下するが、回復が速い）を備えていることが分かった。しかし、肉質面では、 F_1 の方が優れており、将来、肉質が価格に反映する市場になれば、 F_1 の生産が有利になる可能性が高い。

参 考 文 献

- 1) 国際農林業協力協会：海外畜産事情調査研究報告書一ポリヴィアー、1993
- 2) 国際協力事業団：南米南部共同市場における畜産事情調査報告、サン・パウロ事務所、1992
- 3) J. F. Kennedy and G. I. J. Church : A study of the growth rate of F₂ and F₂ Africander cross, Brahman cross and British cross cattle from birth to 18 months old in a tropical environment, Aust. J. Exper. Agr. Anim. Husb. 11, 593-598, 1971
- 4) M. H. Butterworth : Beef cattle nutrition and tropical pastures, 15-39, Longman, London and New York, 1985
- 5) Leger, H. P., Rogerson, A. and Freeman, G. H., : Further studies on the voluntary food intake of Bos indicus, Bos taurus and crossbred cattle, Anim. Prod., 12, 1970
- 6) D.C. Church y W.G. Pond, : Fundamentos de nutricion y alimentacion de animales, NORIGA LIMUSA, 1990
- 7) 農林水産技術会議編：日本標準飼料成分表、中央畜産会、1995
- 8) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準、肉用牛、中央畜産会、1995
- 9) Kennedy, P. M. : Ruminant and intestinal digestion in Brahman crossbred and Hereford cattle fed alfalfa or tropical pasture hay, J. Anim. Sci., 55, 1982
- 10) 国際協力事業団：パラグアイ家畜繁殖改善計画総合報告書 (IV)、1987
- 11) Amilcar E. Corva : Produccion de ganado bovino para carne, EL ATENEO, 1985
- 12) 農林水産省十勝種畜牧場：アンガス種・ヘレフォード種調査試験成績書、1984
- 13) D. Inchausti y E. C. Tagle : Bovinotecnia, 6 ed., EL ATENEO, 1980
- 14) 海外移住事業団：ブラジルの草地と畜産、1968
- 15) A. L. Neumann and K. S. Lusby, : Beef cattle, 8 ed., John Wiley & Sons, 1986
- 16) R. E. McDowell : Consequences of thermal stress on livestock production in warm climates, 1st ed. (McDowell, R. E., ed.), 101-127, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1972

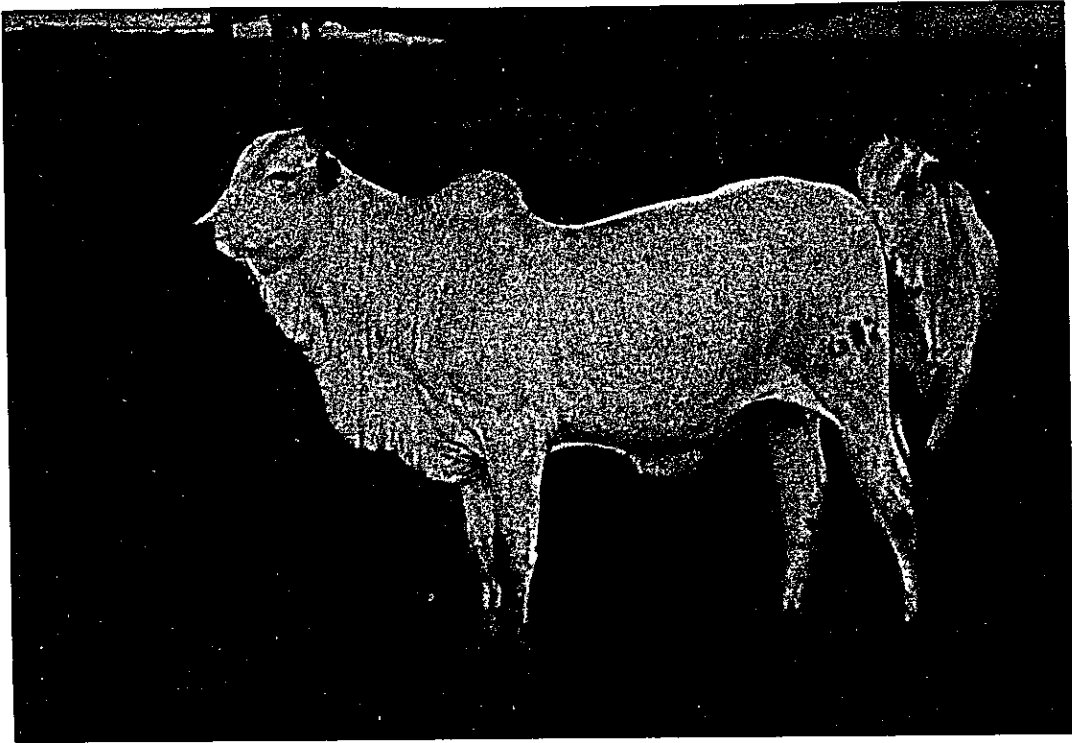


写真1 ネロール純粋種 (肥育開始前)

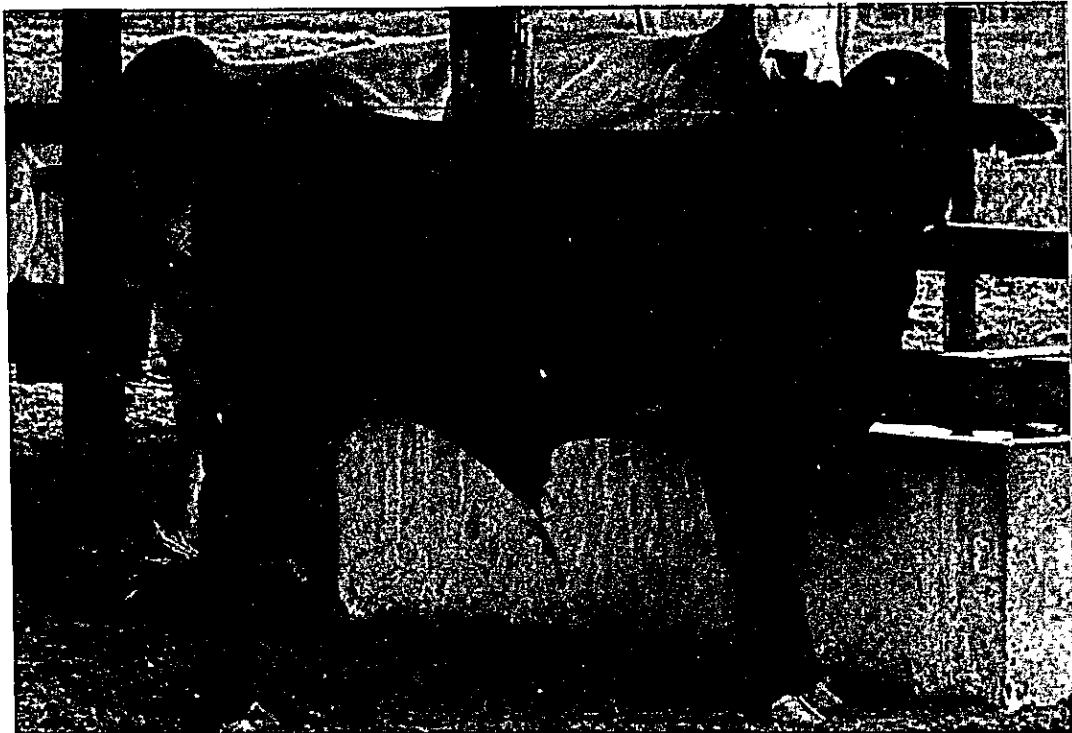


写真2 アバーディン・アングス \times ネロール一代雑種 (F₁)

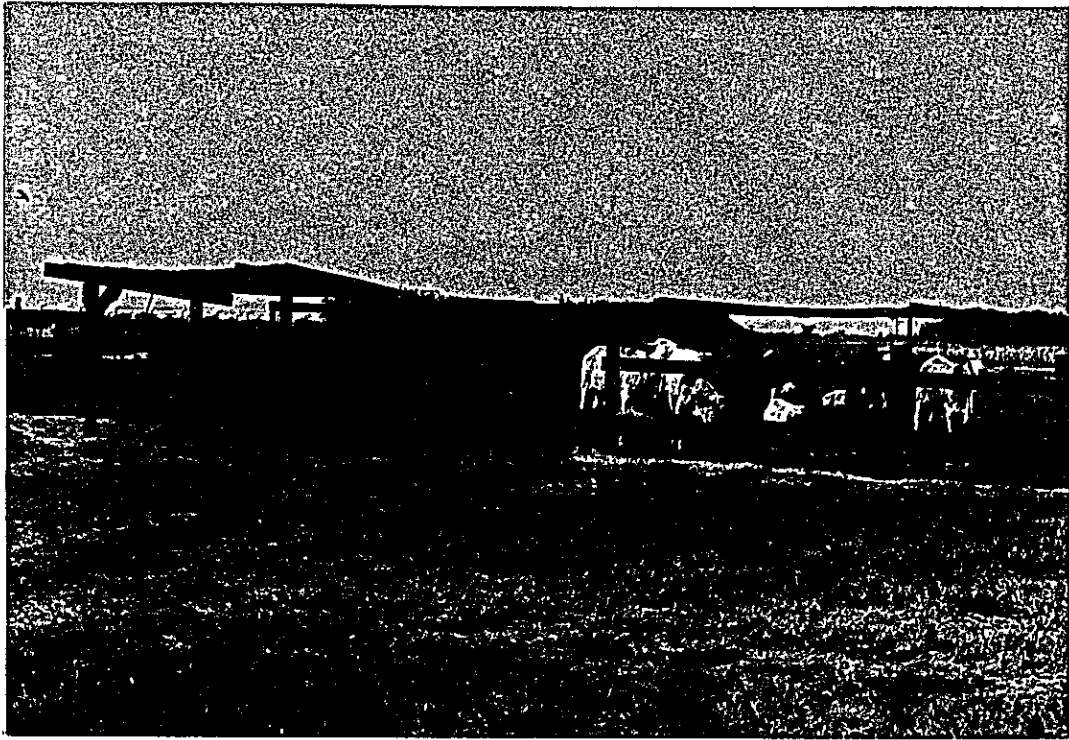


写真3 簡易野外フィードロット施設



写真4 水槽 (手前) 及び飼槽 (奥)

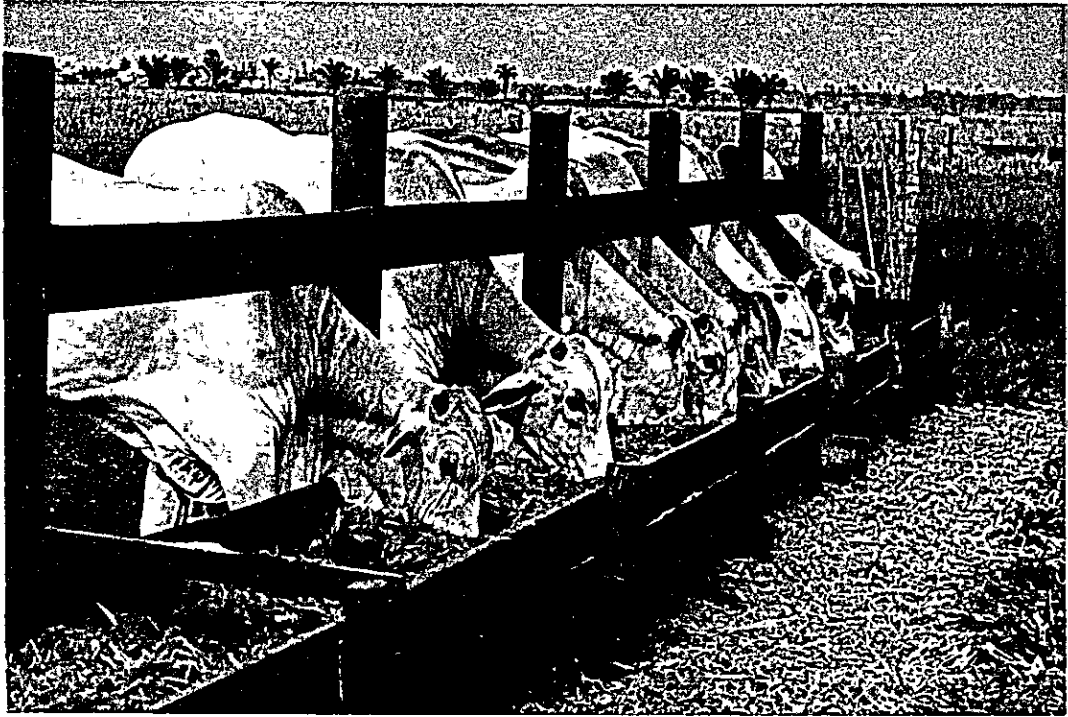


写真5 飼料給与 (ネロール種)



写真6 飼料給与 (F₁)

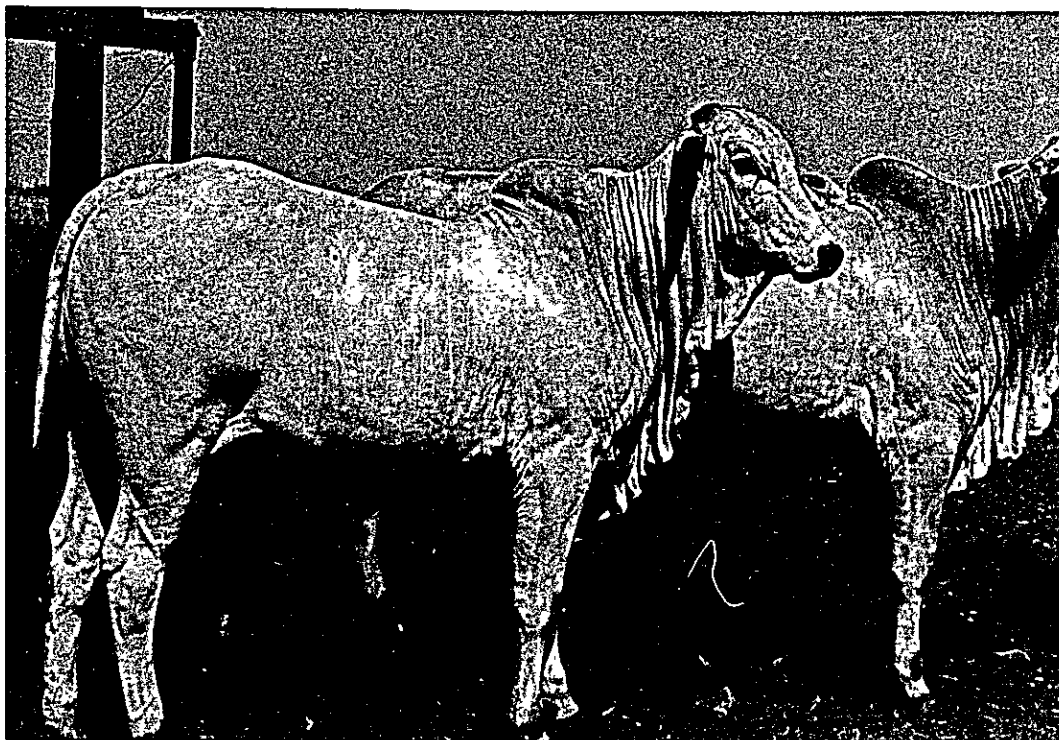


写真7 肥育終了時のネロール種

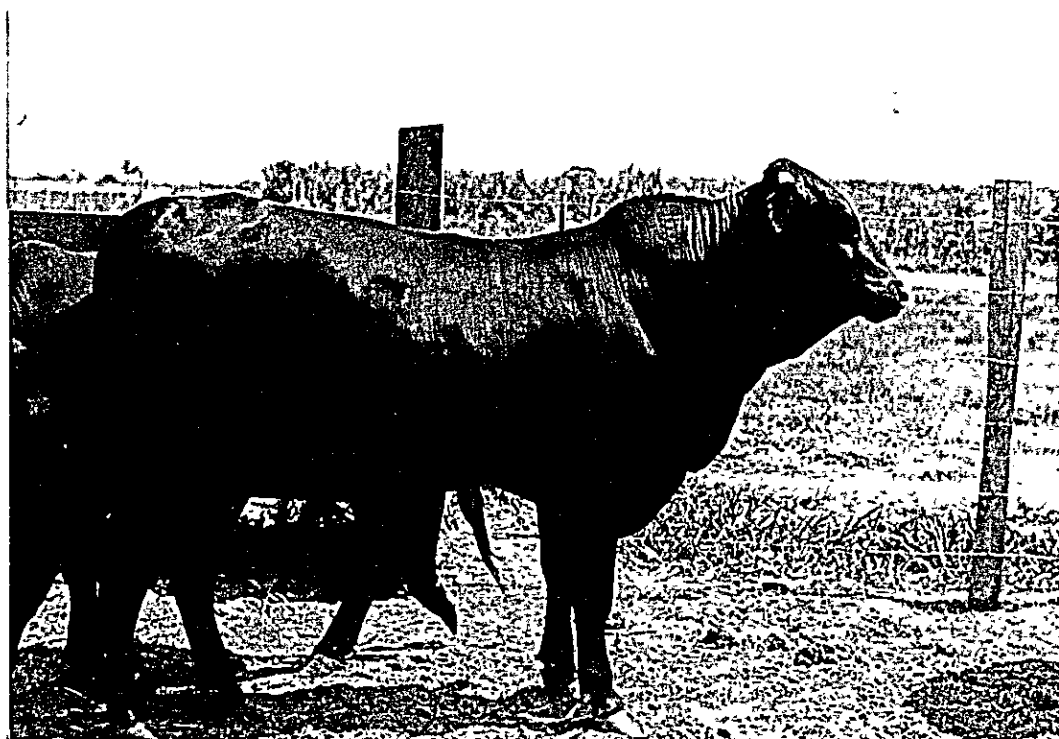


写真8 肥育終了時のF₁



写真9 ネロール種の枝肉

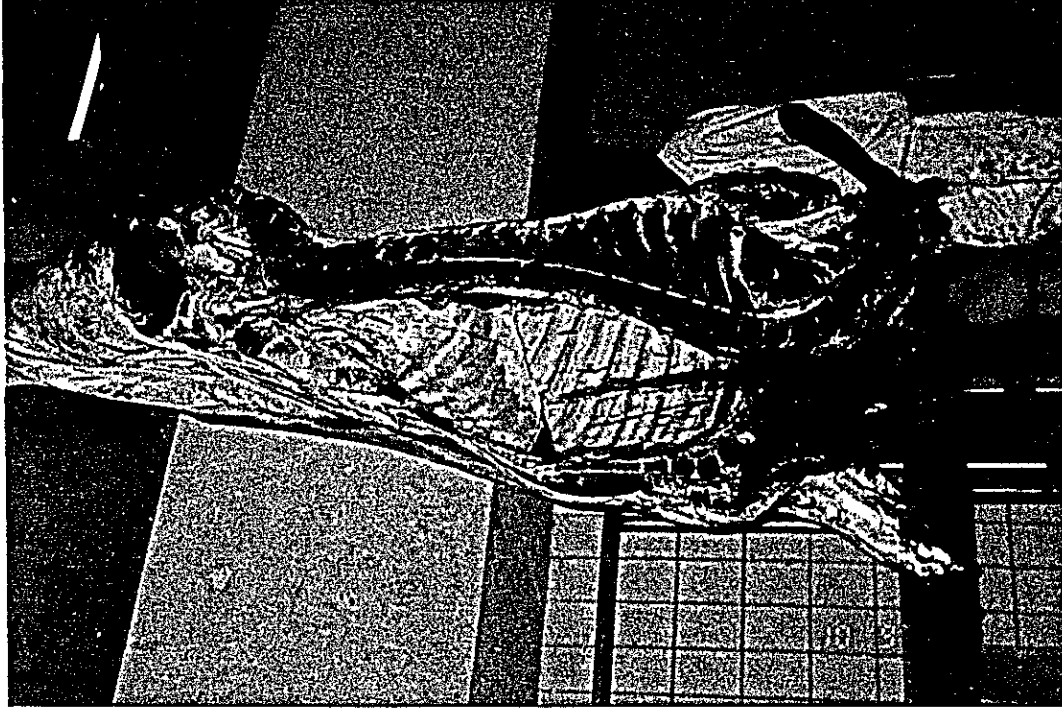


写真10 F₁の枝肉

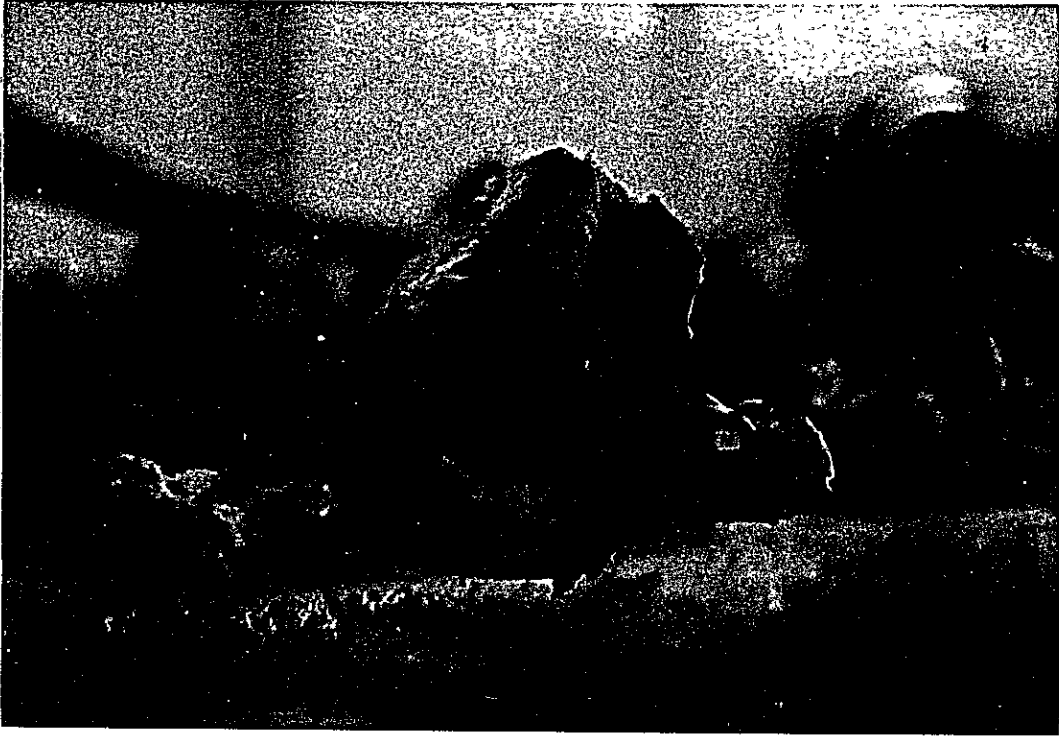


写真1 1 ネロール種枝肉の第6～第7肋骨間切断面

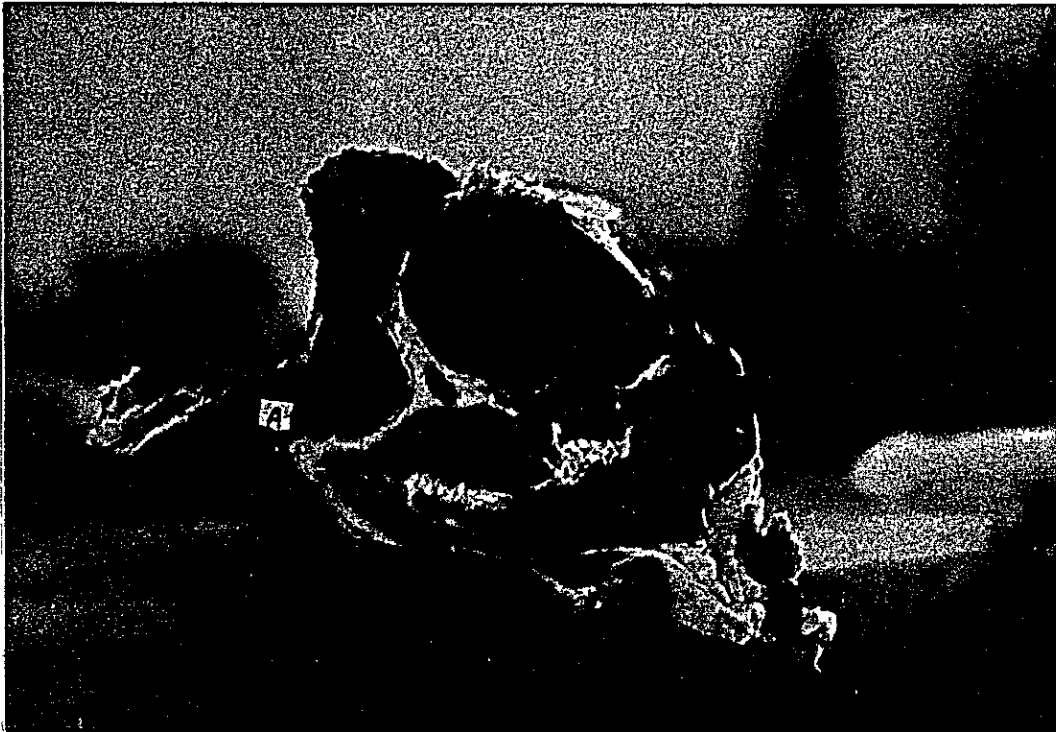


写真1 2 F₁枝肉の第6～第7肋骨間切断面

・
・

サンタ・クルス県における草地改良技術の開発
―地域別牧草分析（サン・ファン移住地）―

・
・
・
・
・
・
・
・
・
・

国際協力事業団
ボリヴィア農業総合試験場

・
・

目次

1. はじめに
 2. 地域の概況
 3. 材料及び方法
 - (1) 牧草及び土壌の採取
 - (2) 土壌分析法
 - (3) 牧草分析法
 4. 結果及び考察
 - (1) 土壌の理化学性
 - (2) 牧草成分
 5. 総合考察
 6. 要約
- 参考文献

1. はじめに

南米の熱帯、亜熱帯地域の肉牛生産は、一般に粗放的な経営によって営まれている¹⁾。その生産性は、放牧草の量的、質的变化によって大きく変動する。例えば、ボリヴィアの隣国、パラグアイでは、肉牛の牧養力が地域によって異なることが知られているが、牧養力の低い地域は当然地力が低く、そこに生育する牧草の乾物生産量が低だけでなく、リンなどのミネラルが反すう家畜の要求量を大きく下回る場合が多い^{2, 3, 4)}。こうした地域では、家畜へのミネラルの補給により繁殖率等の改善がある程度可能である。

このように、粗放的生産がおこなわれている地域では、家畜の栄養状態は牧草の量と質に大きく左右されるが、その草の生育や養分含量は、土壌の影響を強く受けることになる。すなわち、牧草の生育や養分含量は、土壌からの天然の養分供給に大きく依存する。したがって、牧草の栄養価評価は、土壌-牧草-家畜系の観点で捉えていくことが重要となる。

前回、オキナワ移住地を対象に放牧草の養分分析と土壌分析をおこない、牧草の粗蛋白質含量は乾季に高く、一方リンやマンガン含量は、土壌特性と密接に関係することを明らかにした⁵⁾。オキナワ地域の土壌は、一般に中性からアルカリで、所によってはpH 8以上を示す。一方、サン・ファン移住地の草地土壌は、当試験場の調査等から、中性から酸性を示すと予想され、したがって放牧草の栄養状態もオキナワ移住地の場合とは異なることが推察される。

本報告は、家畜（特に肉牛）の生産性向上に資することを目的に、サン・ファン移住地の人工草地を対象に、牧草の養分含量と品種や生育状況、土壌条件との関係、さらには放牧牛における牧草ミネラルの過不足について検討し、その結果を取りまとめたものである。

2. 地域の概況

サン・ファン移住地は、サンタ・クルス県の県都、サンタ・クルス市の北西 80 km（南緯 17 度 15 分、西経 63 度 50 分）に位置し、総面積は 27,132 ha に達する（図 1）。現在、移住地内に居住する日系人は、約 760 名（230 家族）である。

入植開始から 40 年経過した現在の耕地利用をみると、表作（夏作）に稲と一部大豆、裏作（冬作）に大豆を栽培し、これに養鶏（採卵鶏）、柑橘（ポンカン、オレンジ、レモン等）、肉牛との組み合わせた多角化営農により、農牧業の安定化を計っている。このうち、肉牛は 45 軒の移住農家で約 3,500 頭保有されているが、その飼養管理形態は粗放的な放牧である。

移住地一帯には、沖積土壌が分布しているが、その母材は、西部アンデス山脈地帯（主に第三紀層）からヤバカニ川により運ばれた堆積年代の若い沖積堆積物が主体である。亜熱帯地域に分布する土壌にしては色が淡い（湿潤状態でも黄褐色）ことから、この土壌の母材は鉄分やアルミナが一般の土壌に比較して少ないと推察される。

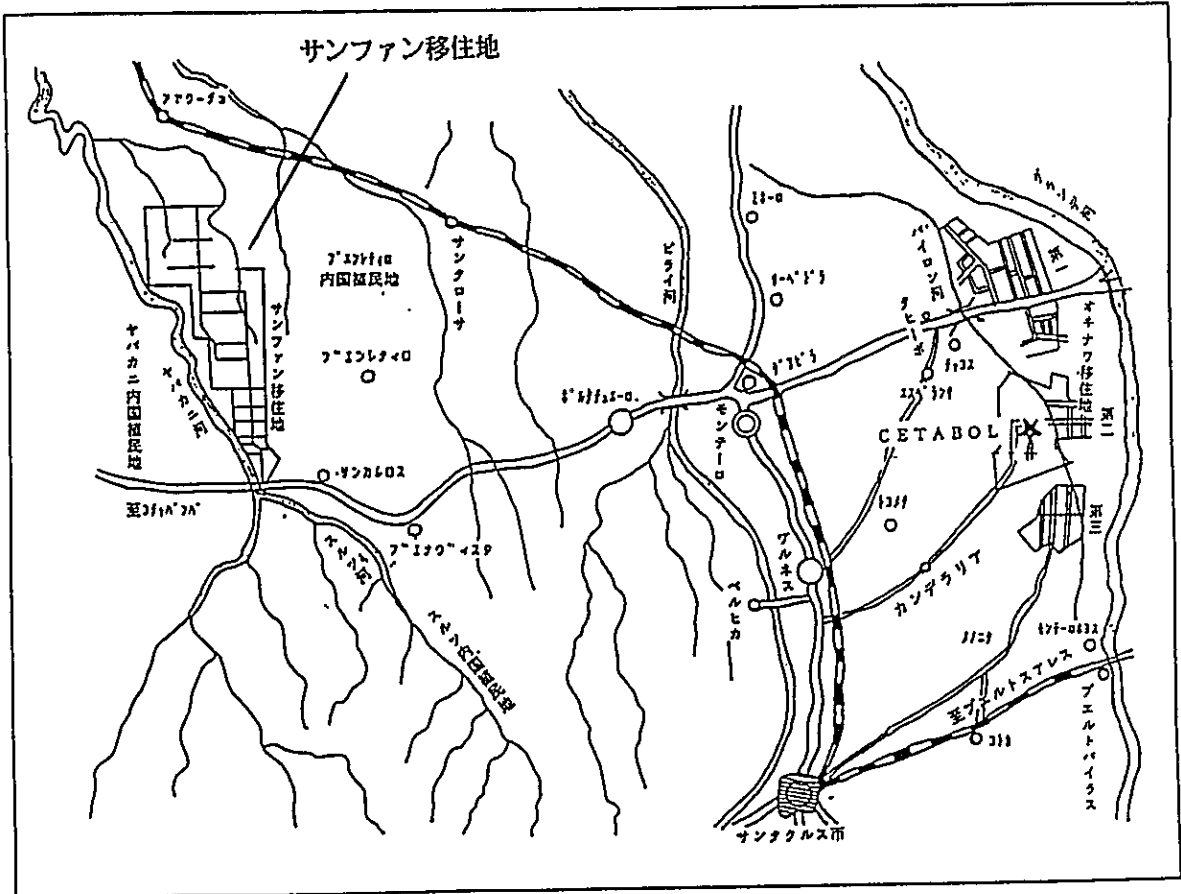
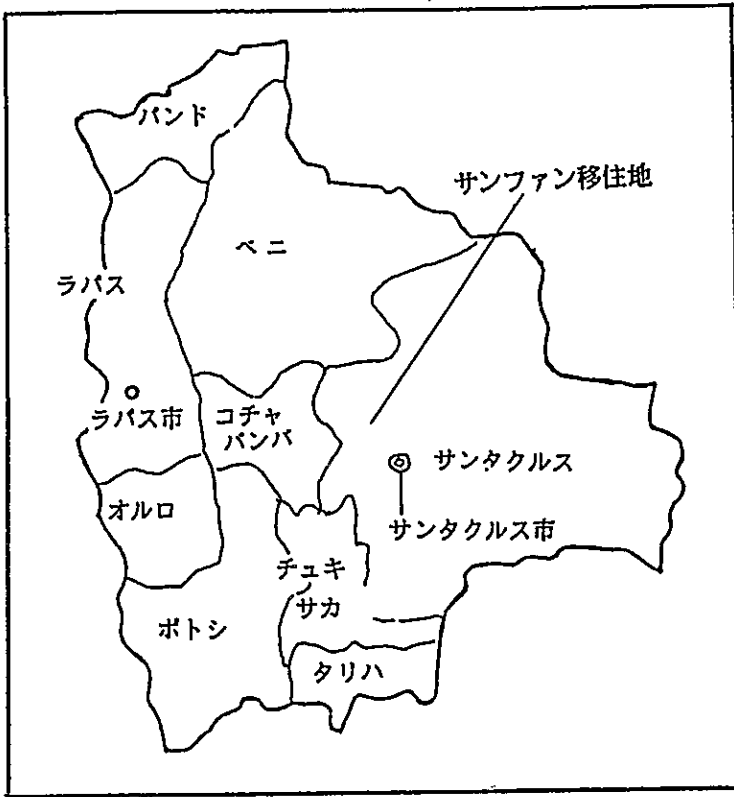


図1 サンファン移住地

本地域の気象条件についてみると、過去25年の年平均気温は24.2℃、年平均降雨量は1,900mm程度である（サンファン農牧総合協同組合試験場データ）。本地域は、亜熱帯気候に属するが、内陸に位置することから、冬季（乾季）は最低気温が5℃前後に低下する。

3. 材料及び方法

(1) 土壌及び牧草の採取

15農家の人工草地、50牧区を選定し、乾季（8月）と雨季（3月）の2回に分け、土壌及び牧草試料を採取した。

各牧区でのこれら試料の採取は以下の要領で実施した。すなわち、各牧区についてランダムに10～20箇所を選定し、表層20cmを対象に採土器を用いて採土し、混合してポリエチレン袋に取めた。採取試料は分析室に持ち帰り、風乾した後、2mmのフルイを通して分析に供した。

牧草試料は、土壌採取地点（10～20カ所）で実施した。今回の調査は、放牧地を対象としたことから、牧草の採食部位（主に葉部）を手でもぎ取るように採取（100～300g）、これを混合して各牧区の代表試料とした。採取後、直ちに現場で生草重量を測定し、分析室に持ち帰った後、さらに60℃の温風乾燥器で48時間乾燥した。この乾燥試料を粉砕器で1mm以下に粉砕し分析に供した。なお、採取した試料の約8割は、当地で最も普及しているブラキアリア・デクンベンス（*Bracharia Decumbens*）であった。

(2) 土壌分析法

pH、EC（電気伝導度）、全窒素含量、有機物含量、CEC（塩基置換容量）、置換性塩基、土性を、前報と同様すべて公定法に準じて分析した⁵⁾。

(3) 牧草分析法

一般成分6項目（水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物、粗灰分）の分析は、公定法に準じて実施した。ミネラル（P、Ca、Mg、K、Na、Fe、Mn、Zn）は、Naを除いて、乾式灰化法で分析した⁵⁾。Naは、0.1N塩酸溶液で抽出し定量した。

4. 結果及び考察

(1) 土壌の理化学性

土壌の分析結果を表1に示した。

乾季、雨季ともに土壌pHは平均5.9で、60%以上の試料がpH6以下の弱酸性から強酸性を示した。電気伝導度は、乾季で平均60 μ s/cm、雨季で33 μ s/cmと降雨の少ない乾季に高かった。有機物含量は、乾季、雨季ともに1%以下から4%前後までの範囲にあり、平均では

2%強のレベルにあった。全窒素含量は、0.2%前後の低レベルにあった。粒径分布では、粘土が平均12%、シルト48%、砂39%であった。しかし、シルトや砂含量の変動が大きく、したがって土性は地点により大きく異なった。塩基置換容量や置換性塩基量も地点により変動し、最高と最低の差が大きかった。

一般に土性は、作物の生産性を大きく支配する透水性や保水性の他、養分含量や養分吸着能などとの関係が深い。この土性を構成する3成分（粘土、シルト、砂）の中では、粘土が化学性や物理性を最も大きく支配する。

供試土壌について、成分相互の関係をみると（表2）、塩基置換容量が粘土含量との間に相関がみられ、またこの塩基置換容量はpH、電気伝導度、有機物含量などとの間にも有意な相関があった。ただ、これらの相関係数はあまり高くない。これは土壌の理化学性を大きく支配する粘土含量が少ない（平均12%）ためであろう。砂含量が60%以上を占める土壌は52点中12点あり、これら土壌のpHは、ほとんどが6以下の弱酸性から強酸性を示し、また塩基飽和度からも塩基の溶脱が認められた。したがって、本移住地における草地土壌の肥沃性を評価する場合、土性（特に砂含量）との関係に注目することが重要である。

(2) 牧草成分

放牧草採食部の一般成分分析結果を表3に示した。ブラキヤリア・テクンベンス以外は、試料点数が少ないので、単純には品種間の比較はできないが、平均値で比較した場合、粗蛋白質含量の品種間差は、雨季、乾季とも意外に小さい。その他の4成分も同様の傾向が認められる。また、各成分の乾季、雨季間の差も小さい。しかし、最高値と最低値で比較すると、いずれの品種も乾季における粗蛋白質含量は2倍以上の開きがあり、また雨季のそれも同程度の差がみらる。粗繊維や粗灰分などもこれと同様の傾向を示した。

ブラキヤリア・テクンベンス再生草採食部の粗蛋白質含量は、乾季、雨季を通じて、7.3%以上（平均12%前後）あり、嗜好性で問題になるとされる下限値6.9%（窒素含有率で1.1%）をクリアーしていた。しかし、この再生草の粗蛋白質含量（平均12%前後）は日本の暖地型牧草の地上部全体、それも出穂期のレベルにとどまっていた。再生草であるにもかかわらずこのように粗蛋白質含量が低いのは、前項で述べたように土壌の全窒素含量が0.2%以下と低く、したがって土壌からの窒素供給能が低いためであろう。

ところで、寒地型牧草のオーチャードグラスでは再生草の窒素含量は、再生後2~3週間の間に急速に低下することが知られている⁶⁾。また、一般に牧草では、成熟度が増すにしたがって、窒素含量は低下し、逆に粗繊維含量は増大していく⁷⁾。

今回分析したブラキヤリア・テクンベンスの粗蛋白質含量と粗繊維含量との間には、乾季、雨季ともそれぞれ $r=-0.33^*$ （5%水準で有意）、 $r=-0.54^{**}$ （1%水準で有意）の有意

表1 サンファン移住地の草地土壌の一般理化学性

季節	pH H2O(1:5)	電気伝導度 μs/cm	有機物含量 %	全窒素含量 %	C/N	塩基置換容量 me/100 g
乾季	5.9 5.1-8.5	29 10-97	2.14 0.74-4.19	0.12 0.07-0.19	10.4 4.3-24.1	8.6 2.3-19.3
雨季	5.9 5.2-6.2	23 10-54	2.22 1.12-3.83	0.13 0.06-0.22	10.3 7.7-15.8	9.1 1.0-17.8

季節	置換性塩基 me/100 g				塩基飽和度 %	有効態リン ppm	土性	粘土	シルト %	砂
	K	Ca	Mg	Na						
乾季	0.2 0.1-0.5	5.9 1.0-12.0	2.0 0.3-6.1	0.3 0.1-2.7	94 59-100	5.7 0.6-21.8		— —	— —	— —
雨季	0.1 0.1-0.3	6.3 0.5-3.7	2.0 0.1-4.3	0.3 0.1-1.7	95 68-100	5.2 0.9-14.0		13 6-23	48 10-84	39 0-84

上段；平均値、下段；（最低値—最高値）

表2 サンファン移住地の草地土壌の成分間の相関係数

(乾季)

	pH	電気伝導度	粘土含量	有機物含量	塩基置換容量	有効態リン
pH	1					
電気伝導度	0.660	1				
粘土含量	0.474	0.331	1			
有機物含量	0.161	0.167	-0.006	1		
塩基置換容量	0.444	0.334	0.527	0.456	1	
有効態リン	0.107	0.324	0.007	0.177	0.260	1

(雨季)

	pH	電気伝導度	粘土含量	有機物含量	塩基置換容量	有効態リン
pH	1					
電気伝導度	0.535	1				
粘土含量	0.242	0.269	1			
有機物含量	0.008	0.227	0.300	1		
塩基置換容量	0.523	0.435	0.475	0.607	1	
有効態リン	0.368	0.051	0.023	0.023	0.275	1

太字；5%の危険率で有意

な相関関係が認められた。また、現場での観察結果を整理すると、再生初期の新葉は小さく、柔らかで、緑が濃い。再生後数週間経過した放牧草は、草丈が伸び、葉は伸長し大きくなる一方、粗剛で、緑色が淡くなっていた。粗蛋白質含量の高い試料は、再生初期の新葉に、一方粗蛋白質の低い試料は、再生後日数が経過した葉に該当した。この結果から、ブラキヤリア・テクンベンスにおいても再生過程で粗蛋白質は低下し、逆に粗繊維含量は増加すると考えてよいであろう。

供試牧草の消化性を評価するため、一般成分に基づく重回帰式から可消化養分総量 (TDN) を推定した。この重回帰式は、ブラジルの飼料分析データ (暖地型牧草)⁸⁾ から求めたものである。乾季の放牧草のTDNは、55~66%で平均59%、一方雨季は55~62%で平均58%であった。草種間差は小さく、一般成分組成の場合と同様の傾向を示した。一般に、放牧利用のように頻繁に再生を繰り返す状況下は、TDNの品種間差は小さくなると言われている⁹⁾。

粗飼料の消化率は一般に粗蛋白質含量の影響を強く受けるが、今回分析した牧草についてもTDN推定値と粗蛋白質含量との間に正の相関が得られたことから、再生初期にTDNは高く、その後低下していくとみられる。今回得られた値は、ブラジルにおけるブラキヤリア・テクンベンスの栄養成長期から出穂期のTDN (56~61%程度) に近かった。

再生草採食部のミネラル分析結果を表4に示した。乾季、雨季ともにブラキヤリア・ウミディコラのナトリウム含量が他の草種に比較して顕著に高い。土壌特性との関係を検討した結果、ブラキヤリア・ウミディコラのナトリウム含量は、土壌の置換性ナトリウムが多い地点で高いのに対して、ブラキヤリア・テクンベンスのそれは、置換性ナトリウム含量に関係なく低水準にあった。その他のミネラルについては、明瞭な品種間差は認められなかった。

次に、季節間の比較では、いずれの草種においても各ミネラルの乾季と雨季の含量差は小さく、一般成分と同様の傾向を示した。しかし、季節ごとにみると、各ミネラルの含量幅は大きく、特にカリウム、リン、鉄、マンガン、亜鉛で顕著である。例えば、試料点数の多いブラキヤリア・テクンベンスでは、乾季におけるカリウム含量の最高値と最低値の差は約2.5倍、亜鉛やリンでは3倍以上、マンガンでは5倍以上ある。

牧草のミネラル含量は、品種の他、生育ステージ、土壌環境などによって変動する¹⁰⁾。寒地型禾本科牧草のオーチャードグラスの例では、先に述べた粗蛋白質 (窒素) 同様、リン、カリウム、亜鉛、マンガン、鉄などの含量も生育が進むにしたがって低下する。他方、植物におけるミネラル吸収は土壌環境の影響を受けやすく、特に鉄やマンガン、亜鉛などは、土壌のpHが高いと植物体のこれらミネラル含量は低くなる傾向を示す。

そこで、再生草のミネラル含量がどの要因により大きく支配されているのか、窒素も含めて検討することとした。

表3 放牧草の一般成分組成

品種	季節	乾物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物		粗繊維	粗灰分	TDN
					(%)				
ブラキャリア・ デクンベンス	乾季	26.6 (19.8-35.0)	12.6 (8.5-15.5)	1.6 (1.2-2.0)	54.5 (54.7-65.7)	21.8 (15.9-29.5)	9.4 (7.0-12.8)	61.1 (54.7-65.7)	
	雨季	17.9 (8.9-27.6)	11.5 (7.3-16.1)	1.5 (1.2-1.9)	52.4 (41.7-60.5)	25.9 (20.7-29.7)	8.6 (6.8-12.0)	59.7 (54.8-62.3)	
ブラキャリア・ プリサンタ	乾季	24.9 (21.0-27.5)	12.5 (10.3-14.8)	1.4 (1.3-1.7)	52.4 (49.6-55.2)	24.2 (23.1-25.1)	9.5 (8.8-10.0)	60.7 (56.6-60.9)	
	雨季	18.4 (15.3-19.4)	11.3 (9.5-12.7)	1.6 (1.4-1.8)	53.1 (49.9-55.8)	24.1 (23.4-24.6)	9.9 (7.0-12.8)	59.4 (56.2-58.3)	
ブラキャリア・ ウミディコラ	乾季	34.1 (28.5-39.7)	10.1 (8.3-11.9)	1.4 (1.3-1.5)	53.3 (52.5-54.1)	27.4 (27.2-27.6)	7.8 (7.0-8.7)	58.3 (54.9-58.6)	
	雨季	18.9 (17.5-20.3)	9.6 (9.0-10.3)	1.5 (1.4-1.6)	50.8 (50.3-51.3)	30.1 (29.7-30.6)	8.0 (7.8-8.2)	57.4 (55.6-57.0)	
タンザニア	乾季	29.5 (29.0-30.3)	11.2 (8.9-13.8)	1.4 (1.3-1.5)	47.9 (46.5-48.9)	28.2 (25.8-30.2)	11.3 (10.6-12.7)	58.6 (54.8-58.6)	
	雨季	14.9 (16.9-19.5)	15 (11.3-20.2)	1.7 (1.5-1.9)	44.1 (39.8-46.4)	28.6 (26.7-30.8)	10.6 (10.0-11.4)	62.5 (56.9-64.9)	

上段：平均値

下段：(最低値-最高値)

表4 放牧草のミネラル含量

品種	季節	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn
ブラキャリア・ デクンベンス	乾季	0.22 (0.11-0.35)	0.34 (0.23-0.71)	0.28 (0.19-0.53)	1.51 (0.6-2.32)	0.01 (0.00-0.01)	125 (60-263)	128 (47-250)	23 (9-57)
	雨季	0.24 (0.13-0.50)	0.25 (0.18-0.35)	0.23 (0.17-0.29)	1.92 (1.12-2.87)	0.01 (0.00-0.02)	328 (101-1477)	131 (53-275)	20 (11-36)
ブラキャリア・ プリサンタ	乾季	0.27 (0.21-0.31)	0.28 (0.26-0.29)	0.32 (0.27-0.36)	1.48 (1.35-1.54)	0.01 (0.00-0.01)	213 (109-330)	90 (67-110)	28 (15-52)
	雨季	0.31 (0.26-0.36)	0.3 (0.21-0.40)	0.28 (0.25-0.30)	1.86 (1.55-2.02)	0.01 (0.01-0.01)	341 (238-470)	166 (98-219)	22 (18-23)
ブラキャリア・ ウミディコラ	乾季	0.24 (0.27-0.20)	0.26 (0.26-0.26)	0.36 (0.44-0.28)	0.45 (0.78-0.11)	0.25 (0.53-0.00)	89 (103-75)	302 (402-202)	40 (67-12)
	雨季	0.31 (0.26-0.35)	0.23 (0.15-0.30)	0.21 (0.18-0.24)	1.32 (0.95-1.69)	0.4 (0.17-0.62)	306 (161-452)	168 (134-201)	21 (16-26)
タンザニア	乾季	0.18 (0.13-0.27)	0.48 (0.44-0.50)	0.36 (0.25-0.46)	0.91 (0.82-1.06)	0.01 (0.01-0.01)	104 (76-120)	311 (204-444)	23 (19-26)
	雨季	0.38 (0.25-0.56)	0.39 (0.37-0.44)	0.34 (0.26-0.47)	1.36 (0.98-1.73)	0.02 (0.02-0.02)	220 (128-291)	245 (135-394)	23 (16-31)

まず、牧草のミネラル含量と土壌の理化学性との関係について解析を試みた。その結果、牧草のマンガン含量は、乾季、雨季ともに土壌pHとの間に負の相関（乾季 $\gamma = -0.44^{**}$ 、雨季 $\gamma = -0.61^{**}$ ）が認められた。すなわちpHのより高い土壌に生育している牧草ほどマンガン含量は低い傾向にあった。このようにpHの高い土壌で牧草のマンガン含量が低いのは、一般に知られているように土壌中でのマンガンの溶解性がpH6前後以上で急激に小さくなるためと考えられる。その他のミネラルについては、土壌の理化学性との間に密接な関係は認められなかった。

次に、牧草中のミネラル含量相互の関係について検討した。表5には、ブラキャリア・デクンベンスについて、ミネラル含量間の相関関係を示した。採取地点により土壌環境が異なるにもかかわらず、乾季、雨季ともに窒素とリン、カリウムとの間に正の相関があり、またカリウムとリンの間にも正の相関が認められた。この結果から、先の窒素同様、再生草のリン、カリウム含量も再生後、徐々に低下すると考えられ、その他の草種でもこうした傾向を示すものと推察される。

雨季の亜鉛や乾季のカルシウムでも、窒素との間には正の相関がみられるものの、マグネシウム、鉄については、こうした関係は認められなかった。また、土壌pHの影響を強く受けるマンガンも窒素との間に相関は見られなかった。カルシウムやマグネシウム、鉄、亜鉛は、土壌からの吸収や植物体内での行動様式が窒素やカリウムとは異なることが知られており、したがって再生草でのカルシウム等の含有状況も窒素やカリウムとは異なると考えられる。

以上からサンファン移住地の放牧草の窒素、リン、カリウム含量は、再生後の生育の影響を強く受け、一方マンガンは土壌環境の影響を強く受けることが分かった。また、ナトリウムについては、品種間差が認められた。

ここで、本移住地の牧草のミネラル含量と反すう家畜、特に肉牛のミネラル要求量との関係をみると（表6）、カリウム、マグネシウム、鉄、マンガンは乾季、雨季ともに要求濃度をほぼ満たしていたが^{1)・2)}、リンとカルシウムは50%以上の牧草で要求濃度を下回っており、ナトリウムは乾季、雨季の各1試料を除いて、要求濃度に遠く及ばなかった。微量ミネラルである亜鉛も90%前後の牧草で要求濃度を下回っていた。

鉄については1000ppmを越える例がみられるが、反すう家畜がこうした飼料を長期間摂取し続けると、他のミネラルとのバランスにおいて問題があるとされている¹⁾²⁾。すなわち、飼料中に鉄が高濃度に含まれると、反すう家畜においては、リン、銅などのミネラルの吸収利用率が低下し、ミネラル栄養のバランスを崩す恐れがある。鉄が高濃度に含有する原因としては、牧草の土壌汚染（付着）や土壌からの過剰吸収（土壌の低pH等による）が考えられるが、試料採取の状況から後者の可能性が高い。

カリウムは、家畜にとって欠くことのできないミネラルである。しかし、牧草のカリウ

表5 プラキャリア・デクンペンスのミネラル含量間の相関係数

(乾季)									
	N	K	Zn	P	Ca	Mg	Na	Fe	Mn
N	1								
K	0.495	1							
Zn	-0.211	0.089	1						
P	0.528	0.502	0.074	1					
Ca	-0.395	-0.147	0.170	-0.255	1				
Mg	-0.189	-0.267	0.042	-0.099	-0.074	1			
Na	0.271	0.067	-0.161	0.258	-0.293	-0.074	1		
Fe	0.165	0.293	0.217	0.640	-0.207	0.047	0.106	1	
Mn	-0.036	-0.216	0.133	-0.093	-0.096	0.313	-0.119	-0.048	1

(雨季)									
	N	K	Zn	P	Ca	Mg	Na	Fe	Mn
N	1								
K	0.566	1							
Zn	0.423	0.664	1						
P	0.682	0.602	0.639	1					
Ca	0.026	-0.188	-0.018	0.253	1				
Mg	0.255	0.061	0.163	0.284	0.361	1			
Na	0.033	0.073	-0.146	-0.171	-0.233	-0.187	1		
Fe	0.177	0.322	0.163	0.182	0.170	0.239	-0.003	1	
Mn	0.169	-0.022	0.225	-0.107	-0.069	0.110	0.095	-0.159	1

(太字；5%の危険率で有意)

表6 サンファン移住地におけるミネラル要求濃度以下の放牧草割合

	放牧牛の 要求濃度	季節	放牧草のミネラル 含量 (平均値)	要求濃度以下 の割合 (%)
P	0.25 (%)	乾季	0.22	71
		雨季	0.26	51
Ca	0.3 (%)	乾季	0.34	45
		雨季	0.28	73
K	0.60-0.80 (%)	乾季	1.42	0
		雨季	1.84	0
Mg	0.2 (%)	乾季	0.29	2
		雨季	0.24	8
Na	0.06 (%)	乾季	0.016	98
		雨季	0.027	98
Fe	30 (ppm)	乾季	126	0
		雨季	312	0
Mn	30-40 (ppm)	乾季	148	0
		雨季	143	0
Zn	30 (ppm)	乾季	25	86
		雨季	21	90

* ; 乾季5 1 試料、雨季4 8 試料

ム含量が上昇すると、カルシウム、マグネシウムの吸収が拮抗的に抑制され、 $K / (Ca + Mg)$ 当量比は上昇する。この $K / (Ca + Mg)$ 比の高い牧草を家畜に供給すると、往々にしてグラステタニーと呼ばれる疾病にかかることされ、その発生危険限界比率は2.2程度とされている¹³⁾。分析試料の $K / (Ca + Mg)$ 比は雨季のカリウム含量の高い放牧草で最高2.4、乾季では2を越える試料はなく、大部分が1.5以下であることから、サンファン移住地では、本症発生の危険性はほとんどないと判断される。

5. 総合考察

サン・ファン移住地における肉牛生産は、野草地での放牧が主体であるが、最近では、人工草地への関心が高まり、イネ科牧草、特にブラキヤリア・テクンベンスを導入する農家が増加しつつある。ブラキヤリア、テクンベンスは、ボリヴィアやその周辺国の熱帯、亜熱帯地域に普及している代表的暖地型の短草型イネ科草である。本草は一般に、栄養価が低いとされているが、これは、同草種が土地を選ばず、地力の低い酸性土壌にも良く適応する一方、生育ステージが進むと茎の割合が増大し、窒素その他の養分含量が大きく低下するためと考えられる。今回の再生草の分析結果でも再生過程での養分低下が示唆された。

当試験場の刈取り試験成績¹⁴⁾によれば、ブラキヤリア・テクンベンスの年間収量は、ギニアグラスより高く、またブラキヤリア、テクンベンスの乾季（5～10月）の生産量は、雨季（11～4月）の約23%で、ギニアグラス（長草型）の10%程度に比較して季節間の生産量の差が小さい。

放牧草種の選定にあたっては、こうした生育特性、さらには地域適応性、嗜好性、養分水準などが重要な因子となるが、周年放牧を基本とするサンタクルス県の肉牛生産に適した牧草としては、年間の生産量が高く、かつ季節生産量の変動が少ない草種を選定するのが基本であろう。ブラキヤリア・テクンベンスは適期に放牧すれば栄養価もそれほど低くなく（採食部の粗蛋白質含量平均12%前後）、かつ嗜好性も悪くない。また、本草は再生状況から、サンファン、オキナワ両移住地で適応性が高いと判断され、放牧草として両移住地で推奨できる草種の一つと言える。

調査対象15農家の放牧草をみると、乾季、雨季ともに過放牧状態の農家が4、5軒あったが、放牧適期が遅れている農家は見られなかった。過放牧の農家の草地は、草丈が20cm以下と低く、再生葉の数も少なく貧弱であった。適切な放牧がおこなわれている草地は、草丈が30～40cmで、良く分けつしており、葉の繁茂状態も良好であったが、一部草地は、特に雨季に雑草が多く、牧草が十分生育できる環境にはなかった。

こうした放牧草の再生と関連して、今回分析したいずれの草種においても、各成分の含量が乾季と雨季で殆ど差のないのが注目される。これは、葉が大部分を占める採食部を分析したためであろう。放牧草は短期間に再生を繰り返しており、今回の分析結果からも季節によ

る差よりも再生過程での養分含量の変化の方が大きことが分かった。もし、地上部全体を対象にすれば、季節間の差がみられるかもしれない。

今回分析した放牧草採食部のミネラル含量について家畜の要求濃度との関係でみると、カリウム、マグネシウム、鉄、マンガンは牛の要求濃度を満たしているが、このうち鉄、マンガンはむしろ過剰みであること、一方、リンやカルシウム、ナトリウム、亜鉛は大部分の分析試料で、家畜の要求濃度に達していないことが明らかとなった。特にナトリウムは、要求濃度に遠く及ばなかった。

これら以外で反すう家畜に必要なミネラルは、銅、コバルト、セレン、よう素、モリブデン等であるが、この中でよう素は、本移住地のみならず、ボリヴィアの全域で欠乏が問題となるミネラルである。すなわち、ボリヴィアは、南米大陸の内陸部に位置するため、雨水からのよう素の供給は極端に少なく、よう素が恒常的に不足する地域である。何らかの形でよう素を補給しなければ、生後間もない子牛によう素欠乏の症状が発症する確率は極めて高く、早期の対応を怠ると成育遅延、場合によっては死に至り、大きな生産損失を招くことになる。銅については、本地域の土壌が沖積堆積物であるため、土壌母材に極端に少ないとは考えにくい。しかし、本地域には酸性土壌が広く分布し、こうした土壌に生育する牧草は鉄を過剰吸収する場合があります。家畜がこのような牧草を摂取し続けるとリン同様、銅も消化器官からの吸収が阻害される可能性がある。したがって、本地域では銅の補給が重要となる。また、一般に本地域のような酸性土壌地帯では、牧草のセレン含量は家畜の要求レベル (0.1ppm) に達しないことが多い。コバルトも本地域の牧草に必要量 (0.1ppm) 含まれていない可能性がある。モリブデンについては、一般に指摘されているように、家畜での欠乏を危惧する必要はないであろう。

家畜のミネラルの不足は、草地の適切な肥培管理で間接的に克服できるが、この方法はミネラル欠乏で牧草の生育が著しく悪い場合に奨励できる。牧草には欠乏症がでないのに、家畜にその問題がある場合は、家畜へのミネラルの直接補給が勧められる。

表7には、牛 (肉用牛) のミネラル要求量を基に、サンファン移住地草地に放牧されている牛のミネラル摂取不足量を試算し、さらに体重400kgの放牧牛が50gのミネラル飼料を摂取するとして、この中に含まれるべき各ミネラルの含量を求めた。

鉄とマンガンは、むしろ過剰の問題が危惧されるレベルにあるのでミネラル飼料による補給は必要ないと判断される。また、カリウムも補給しなくてよいであろう。リンとカルシウム源には、リン酸第二カルシウムを、マグネシウム、亜鉛、銅、コバルトの給源としては、イオウの補給も考えれば、硫酸塩の使用が推奨される。セレン源としては亜セレン酸ナトリウム、よう素源はよう化カリウムが適当であろう。塩素は、塩から補給されるので、量的に不足することはない。各ミネラルとも種々の化合物があるが、生体内で吸収性が高い化合物を選択すべきであろう。

表7 サンファン移住地の放牧牛に適したミネラル飼料のミネラル組成

	要求濃度	要求量 (牧草 乾物9kg中に 含有すべき量)	牧草 (乾物) 9kg中の量 (乾季、雨季の平均)	不足量	調製ミネラル 飼料50g中の 添加量	調製ミネラル 飼料1kg中の 添加量
P	0.25%	22.5 g	21.6 g (18.0 g)	0.9 g (4.5 g)	4.5 g	90 g
Ca	0.30%	27.0 g	27.9 g (24.3 g)	不足なし (2.7 g)	2.9 g	58 g
Mg	0.20%	18.0 g	24.3 g (17.1 g)	不足なし (0.9 g)	0.9 g	18 g
Na	0.08%	7.2 g	0.7 g	6.5 g	10.2 g	204 g
Fe	30 ppm	270 mg	1,130 mg	不足なし		
Mn	40 ppm	360 mg	1,330 mg	不足なし		
Zn	30 ppm	270 mg	207 mg	63 mg	70 mg	1,400 mg
Cu	10 ppm	90 mg			50 mg	1,000 mg
Co	0.1 ppm	9 mg			5 mg	100 mg
Se	0.1 ppm	9 mg			5 mg	100 mg
I	0.5 ppm	45 mg			45 mg	900 mg
S	0.15%	13.5 g				

1) 400 kgの放牧牛が乾物換算で9 kgの牧草と、50 gのミネラル飼料を摂取すると仮定して

2) p, Ca, Mgの () 内の値は、要求濃度以下を示す分析値の平均値から算出した。この値に基づき要求濃度以下の不足分を算出し、ミネラル飼料への添加量を決定した。

ミネラル飼料を自由摂取させる場合、嗜好性の観点から、塩の含有量は最低でも30～40%必要とされている。本飼料の調製にあたっては、塩が50%近く含まれており、嗜好性の面からは問題ないと判断される。

表8には、ボリヴィアで販売されているミネラル飼料の成分組成を示した。多量ミネラル、微量ミネラルともに、製品により含量差が大きい。表7に示したミネラル飼料に含まれるべき量に比較して、全体的にリンが少なく、逆にカルシウムが高い。また、鉄が2～3%含む製品がある一方、銅や亜鉛含量は低すぎる。ただし、家畜のミネラル要求量は、維持、成長、妊娠、泌乳などの生理状態、飼料中のミネラルの化学形態、或いは飼料中の各ミネラルの含有比率など、様々な要因によって変動するので、この点を考慮して成分組成を評価する必要がある。例えばリンとカルシウムの含有比率であるが、反すう家畜においては、リン摂取量が要求量を満たしていれば、飼料のリン：カルシウム比率が1：1から1：7程度までは問題ないとされている。一方、鉄の摂取量が増大すると、拮抗作用によりリン、それに亜鉛やセレンなどの吸収は低下することが知られている^{11, 12)}。ミネラル飼料の調製或いは購入にあたっては、こうした点に注意する必要がある。

ボリヴィアでの肉牛、乳牛の飼養管理において、岩塩による塩分補給は定着しているものの、塩以外のミネラル補給を積極的に実施している農家は少ない。ミネラルの摂取不足や潜在的欠乏状態では、典型的な症状がみられるのは稀であり、増体の停滞や繁殖率の低下など、他の疾病と区別が付きにくく、その上ミネラルを補給してもすぐに効果が現われにくいからであろう。以前、岩塩のみの給与で、2～3年前から市販のミネラル飼料を給与しているサンファン農家では、明らかに放牧肉牛の繁殖率の増加と子牛の死亡率低下が確認されている。この農家の牧草はナトリウムの他、リンやカルシウム、亜鉛などが家畜の要求量を下回っている。また当然、よう素の不足が考えられることから、ミネラル飼料の補給でこれらミネラルの不足が軽減ないし解消されたと推察される。

今回の調査結果から、サンファン移住地の放牧草のTDN（可消化養分総量）や窒素、リン、カリウム含量は、再生状況と密接に関係していることが分かった。また、ナトリウム含量は品種と、マンガン含量は土壌のpHと密接に関係していた。そして放牧草のリンやカルシウム、亜鉛含量の平均レベルは、家畜の要求レベルに達していない一方、鉄やマンガンは家畜にとって過剰な例もみられた。こうしたことから、放牧家畜の生産性向上には、放牧地の土壌特性を認識し、牧草の品種や再生状況と栄養価との関係にも十分配慮して、放牧管理することが不可欠である。

前年度に調査したオキナワ移住地の放牧草では、リンやカルシウム、マグネシウムは放牧家畜の要求濃度を満たしていたが、鉄、マンガンは要求濃度より低く、また亜鉛も著しく低いなど、サンファン移住地の放牧草とは異なった特徴を示した。したがって、オキナワ移住地の放牧牛に対しては、ミネラル飼料の給与などで当然サンファン移住地とは異なった対応

表8 市販されているミネラル飼料のミネラル組成

試料番号	P	Ca	Na	K	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
	%						ppm			
1	0.5	11.4	22.7	0.1	1.1	0.4	27,830	460	65	1,614
2	3.1	6.4	27.2	0.1	0.6	0.3	2,970	406	34	208
3	3.8	15.2	18.3	0.1	0.7	0.6	7,270	461	447	1,677
4	4.3	14.3	18.8	0.1	0.4	0.6	22,180	467	371	1,268
5	5.0	15.8	19.2	0.1	0.8	0.7	5,340	4,180	2,040	41
6	3.4	13.6	19.6	0.1	0.6	0.6	7,250	364	144	1,740
7	4.5	16.6	16.5	0.1	0.8	0.6	8,330	397	457	41
8	3.5	11.2	20.1	0.1	0.5	1.0	2,580	475	1,154	226
9	0.7	6.7	17.0	0.1	0.3		502	221		2,107
10	1.7	7.7	18.6	0.1	0.3		942	168		1,466

が必要となろう。

現在までのところ、ポリヴィアの畜産技術者や農家に対する草地造成・管理や飼料栄養の情報提供は十分とは言えない。家畜の生産性向上の観点から今後、こうした情報を技術者や農家に対して積極的に提供していく必要がある。

6. 要約

家畜（特に肉牛）の生産性向上に資するため、サン・ファン移住地の人工草地を対象に、牧草の成分分析と土壌の理化学分析をおこない、牧草の養分含量と品種、生育状況、土壌の理化学性との関係、さらには放牧牛における牧草ミネラルの過不足について検討を加えた。その概要は以下の通りである。

- 1) 粘土含量が高い土壌ほど、塩基置換容量が高く、また、砂が60%以上占める地点では、ほとんどがpH6以下を示すなど、本地域の草地土壌が土性に大きく支配されていることが示唆された。
- 2) 供試牧草（ブラキャリア・デクンベンス、ブラキャリア・プリサンタ、ブラキャリア・ウミディコラ、タンザニア）再生草採食部（主に葉の部分）の一般成分組成（粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分等）は、乾季と雨季の差は小さく、また明瞭な品種間差も認められなかった。
- 3) 試料点数の最も多いブラキャリア・デクンベンスについて、再生状況と粗蛋白質（窒素）含量、粗繊維含量との関係を検討した結果、再生にともなう窒素含量の低下と粗繊維含量の増加が推察された。
- 4) 重回帰式から推定した再生草採食部の可消化養分総量（TDN）は、乾季で平均59%、雨季では平均58%であったが、このTDNは、再生にともなって低下することが推察された。
- 5) 牧草のミネラルでは、ナトリウムで品種間差が認められた。また、マンガン含量は土壌pHの影響を強く受けることがわかった。ブラキャリア・デクンベンスのミネラル含量を検討した結果、カリウム、リンは窒素同様、再生後低下していくことが示唆された。
- 6) 肉牛のミネラル要求量との関係を検討した結果、牧草のカリウム、鉄、マンガンは要求濃度を満たしていたが、ナトリウムと亜鉛は90%以上の牧草で、リンとカルシウムは40～70%の牧草で要求濃度を下回った。また、マグネシウムも若干の牧草で要求濃度に満たなかった。鉄については、高含量（1,000 ppm以上）を示す牧草がみられた。
- 7) サンファン移住地の放牧家畜を対象に補給すべきミネラル飼料には、食塩の他、多量ミネラルとしてリン、カルシウム、マグネシウム、イオウ、微量ミネラルとして亜鉛、銅、コバルト、よう素、セレンを必要量添加すべきことを指摘した。

参考文献

- 1) 国際農林業協力協会：海外畜産事情調査報告書ーポリヴィアー、1993
- 2) 国際協力事業団：パラグアイ家畜繁殖改善計画アフターケア総合報告書、1995
- 3) Shinsuke Kobayashi et al: Problemas de elementos de pasturas en el Paraguay, Veterinaria(Revista Ciencia e Informativo del Paraguay), 61, 1989
- 4) Proyecto de Mejoramiento de la Reproduccion Animal en el Paraguay: Tabla de Composicion de Alimentos en el Paraguay, Universidad Nacional de Asuncion - Agencia de Cooperacion Internacional del Japon, San Lorenzo, Paraguay, 1995
- 5) ポリヴィア農業総合試験場（国際協力事業団）：オキナワ移住地におけるギニアグラスを中心とした牧草分析および土壌分析データ集、1996
- 6) 渡辺潔：オーチャードグラスの生育の推移と刈取り適期、後藤寛治編、草地の生産生態、文永堂出版、pp. 176-192、1987
- 7) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本標準飼料成分表、中央畜産会、1995
- 8) Nuricao Editora e Publicitaria Ltda: Normas e padroes de Nutricao e Alimentacao Animal, Cromografica Editora Ltda., Curitiba-Parana, Brasil, 1992
- 9) 雑賀優：オーチャードグラスの消化率、後藤寛治編、草地の生産生態、文永堂出版、pp. 82-103、1987
- 10) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：草地におけるミネラルの分布と動態に関する研究、研究成果、106、1978
- 11) L.R. McDowell et al: Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales, 3 ed., Universidad de Florida, 1997
- 12) L. R. McDowell: Nutrient of Grazing Requirements of Ruminants, In "Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates"(L. R. McDowell ed.) , pp.21-36, ACADEMIC PRESS, INC., 1985
- 13) 尾形昭逸：牧草、作物比較栄養生理（田中明編）、学会出版センター、pp. 229-259、1982
- 14) ポリヴィア農業総合試験場（国際協力事業団）：畜産関係試験研究実績集、1992



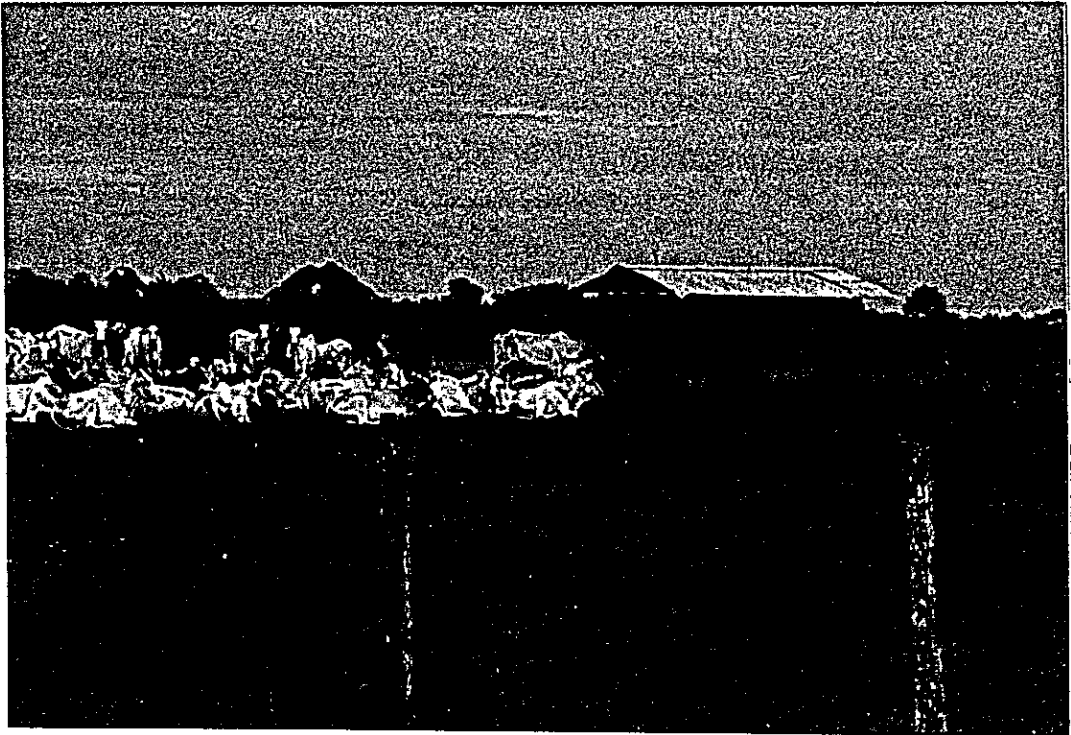
土壤及び牧草の試料採取



ブラキヤリア・デクンペンス草地 (乾季)



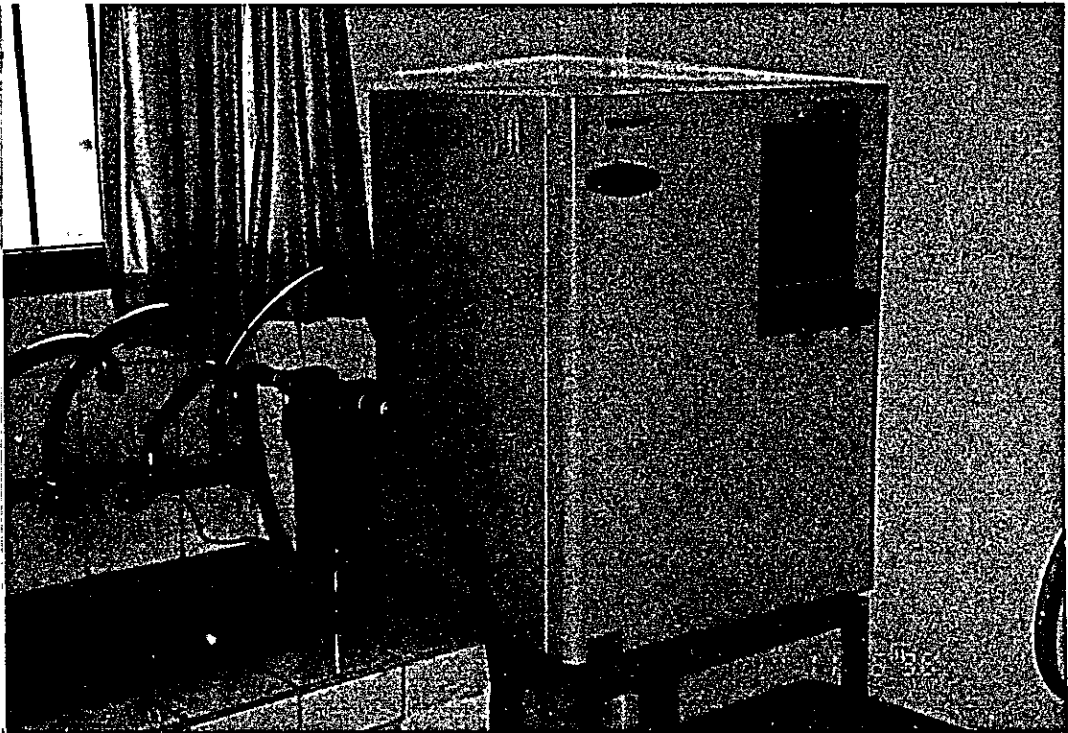
タンザニア草地 (乾季)



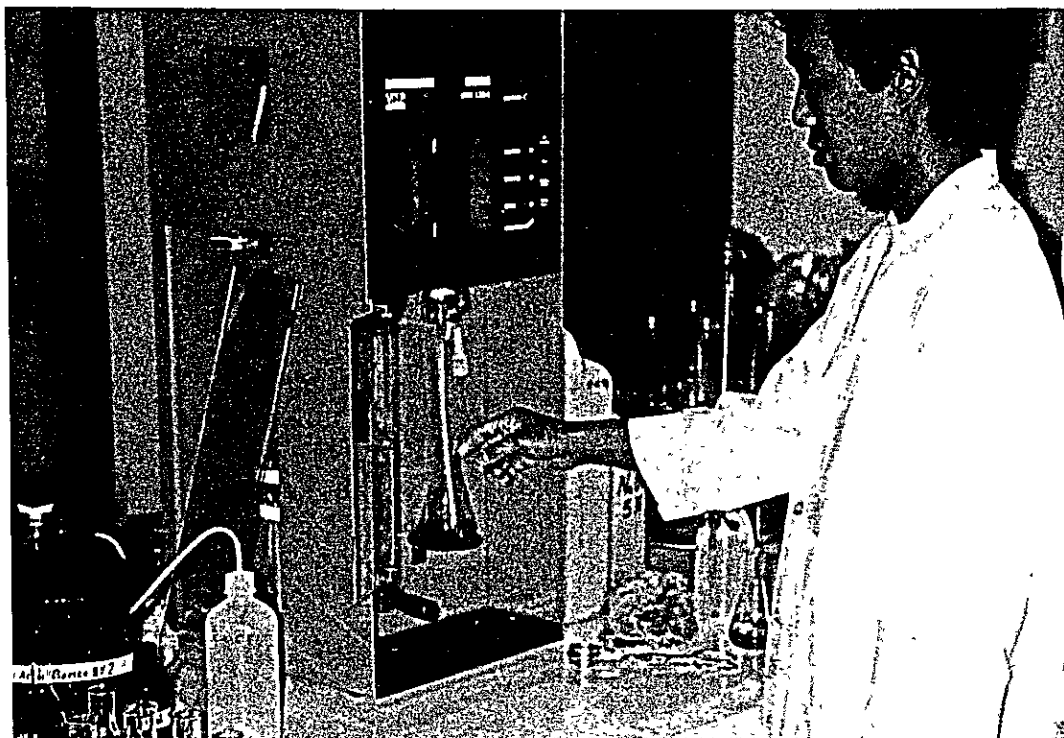
ミネラル補給用飼槽 (屋根つき)



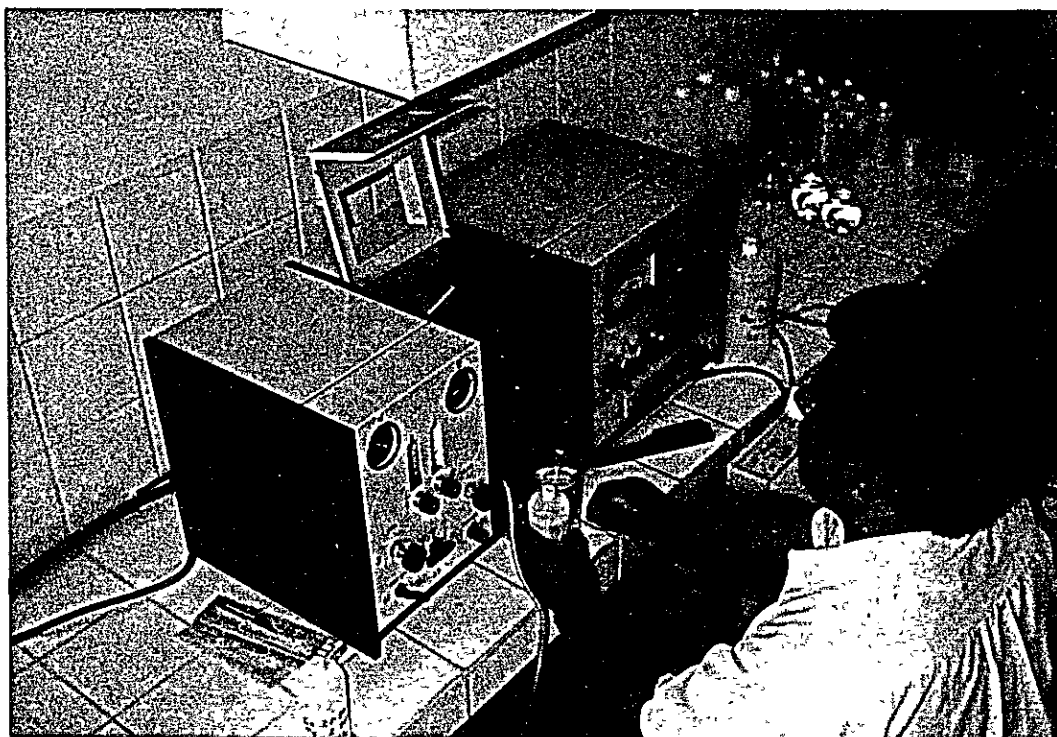
ボリヴィア農業総合試験場 (CETABOL) の分析施設



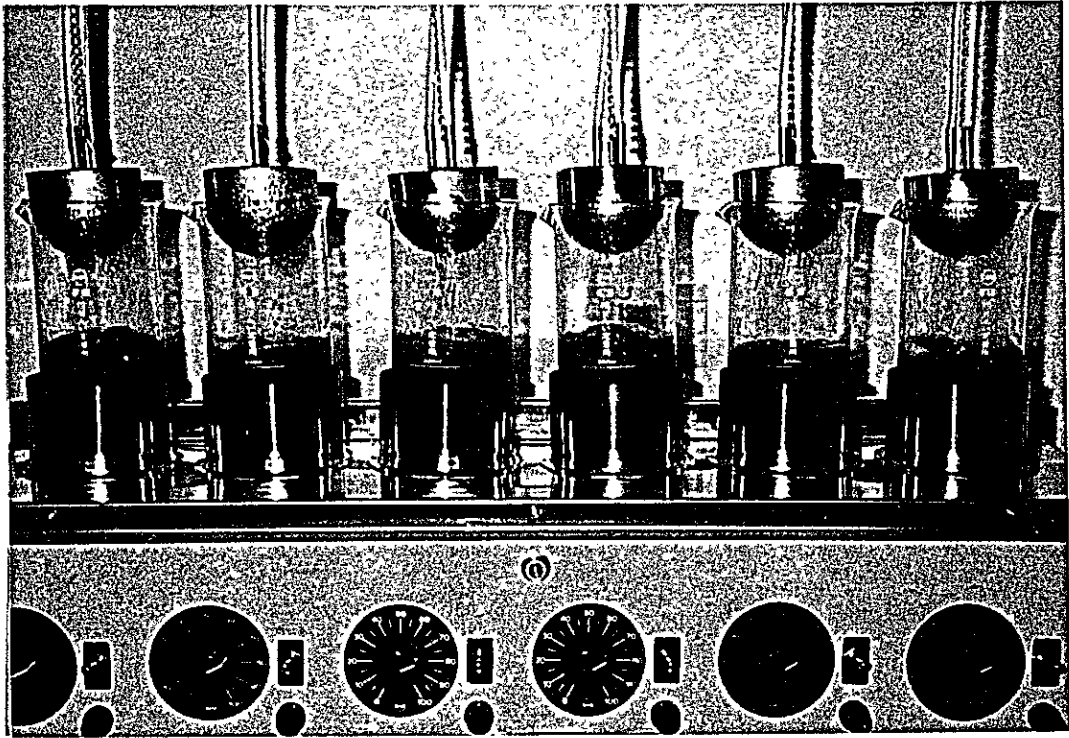
純水製造装置 (水質の関係から雨水を利用して純水を製造)



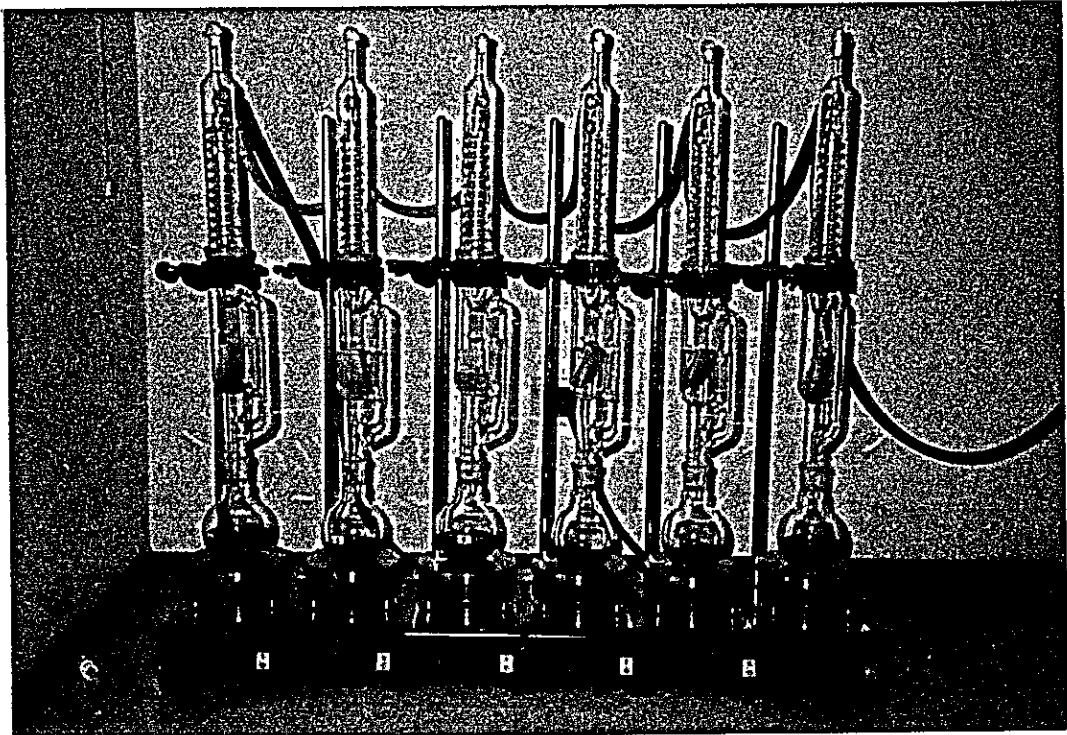
窒素分析装置 (土壌、飼料等の窒素分析)



原子吸光分光光度計 (ミネラル分析)



纖維分析裝置



粗脂肪抽出裝置

5

17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Vertical text or markings along the left edge of the page, possibly bleed-through or a margin note.

