CANARY SEED

（カナリーシード）	Area (ha)	Production (t)	Av.Yield (t/ha)
NSW	3,572	3,300	0.91
Vic	61	100	1.66
Qland	14,495	18,400	1.27
SA	155	70	0.46
WA	30	6	0.20
Aust total(1978−79)	18,313	21,786	1.19

また、ミレットは世界の半乾燥地帯で重要な食糧作物であるので世界の生産事情にもふれることにする。

生産高の1位は中国でありオーストラリアは極めて少ない。

また、アフリカでは、ナイジェリア（3位）2,955,000トン、ニジエール（5位）1,135,000トン、マリ（6位）917,000トン、エジプト（7位）706,000トン、チャド（8位）574,000トン、セネガル（9位）521,000トン、スーダン（10位）477,000トンと上位を占めている。

3−4−3　豆科作物の栽培技術

(1)　ルーピン（Lupins ～ Genero 種にあり）

栽培種　1)　narrow-leafed（アメリカ blue）lupin ）− Lupinus angustifolius

2)　White lupin　−　L.albus

3)　Sand plain（西オーストラリア blue ）lupin − L.Cosentinri

4)　yellow lupin　−　L. luteus

南オーストラリア州では、緑肥として yellow lupin，narrow − leafed lupin が栽培されている。

播種期は3月～5月、播種量は70～100Kg/ha である。

州別生産統計は次の如くである。

AREA, PRODUCTION AND YIELD 1978−79

(ルーピン)	Area (ha)	Production (t)	Av.Yield (t/ha)
NSW	8,279	10,919	1.32
Vic	9,109	11,536	1.27
Qland	135	152	1.13
SA	10,959	8,926	0.81
WA	39,046	23,789	0.61
Tas	187	149	0.80
Aust total(1978−79)	67,715	55,471	0.82

(2) エンドウ (Field Pea − Pisum sativum)

品　種　：　Early Dun, white Brun Swick, Derrimut, Pennant, Dundals

冬作小麦の輪作に用いられ、土壌は軽い地帯に適するが窒素固定を行うので地力維持作物である。

播種は5月〜6月、秋〜冬〜春の巾があり冬雨地帯に適する。播種から成熟まで4〜6ケ月である。

畦巾は18センチメートルのドリル播、播種量70〜170Kg/ha、普通は100〜130Kg/haである。

施肥量は、燐酸12〜18Kg/ha、Rhizobiumの接種が望ましい。

州別生産統計は次の如くである。

AREA, PRODUCTION AND YIELD 1977−78

(エンドウ)	Area (ha)	Production (t)	Av.Yield (t/ha)
NSW*	450	260	0.57
Vic	5,054	4,518	0.89
SA	16,486	6,267	0.38
WA	454	412	0.91
Tas	719	761	1.06
Aust total(1977−78)	23,163	12,218	0.53

* Data supplied by NSW Department of Agriculture.

(3) ヒヨコマメ（Chick pea − Cicer arietinum)

通称名 ： Garbenzo,Gorbenzo bean,Hommes,
Chickgram.Commongram,Bengal gram
Egyptian pea,Indiangram

品種名 ： Tyson(1978),Dooen(1986)

乾燥地の冬作で小麦作に準ずるが、亜熱帯でも奨励されている。

Rhizobium 接種が望まれ、窒素固定を行う。

蛋白含有量２２〜３０パーセントから１６〜２５％の巾があり油脂含有量は８パーセントである。

(4) ササゲ（Cow pea − Vigna unguiculata ）

品 種 ： Red Caloona.Poona,Reeves, Meringa

１年性夏作で、播種量１５Kg/ha（小粒種）、３５Kg/ha(大粒種）、播種期12月〜1月である。子実用の畦巾７５〜１００センチメートル、（青刈用畦巾３６センチメートル条播）、施肥量は燐酸１３Kg/ha（海岸地域１０〜２５Kg/ha ）である。

収獲期は４月〜５月、収量は0.８〜1.４ t/ha である。カウピーはサトウキビ栽培地では緑肥として栽培されている。

州別生産統計は次の如くである。

AREA,PRODUCTION AND YIELD 1977−78

（ ササゲ ）	Area (ha)	Production (t)	Av.Yield (t/ha)
NSW*	3,363	2,075	0.62
Qland	2,874	765	0.27
Aust total(1977−78)	6,237	2,840	0.46

* Compiled from information supplied by NSW Department of Agriculture.

(5) インゲンマメ（Field (Novy)bean − Phaseolus vulgaris)

品 種（白粒種） ： Kerman,Gallarry,Actolac,Actosan,Selection 46

播種期は、１１月〜２月で１月が最適期であり、３〜４ケ月で成熟する。

栽植密度は、１７0,0００〜２６0,0００本/ha（畦巾５0〜７５センチメートル）で晩播ではさらに密植にする。

施肥量は、燐酸４０Kg/ha、窒素４０Kg/ha、加重５０Kg/haとされている。

州別の生産統計は次の如くである。

AREA, PRODUCTION AND YIELD 1978-79

（インゲンマメ）	Area (ha)	Production (t)	Av.Yield (t/ha)
Vic	109	57	0.52
Qland	4,675	4,913	1.05
Aust total (1978-79)	4,784	4,970	1.04

(6) 大豆 (Soybean – Glycine max)

品　種　：　100〜110日穂（小粒）

　　　　　　110〜140日穂（大粒）

1年生夏作で、1960年には500〜2,000ヘクタールの作付が行なわれた程度であるが、現在は54,000ヘクタールの作付がある。

栽植密度は品種と播種期によるが、小粒穂は密植、大粒穂は粗植とし、200,000〜450,000本/ha（畦巾25〜100センチメートル）の巾がある。

播種期は地域によって異なるが、11月〜1月上旬、成熟期は4月〜5月である。

Rhizobium 接種が望ましい。

州別作付面積は次の如くである。

AREA, PRODUCTION AND YIELD 1978-79

（大　　豆）	Area (ha)	Production (t)	Av.Yield (t/ha)
NSW	17,082	33,370	1.95
Vic	144	167	1.16
Qland	36,430	65,185	1.79
Aust total (1978-79)	53,656	98,722	1.84

(7) 落花生 (Peanut – Arachis hypogaea)

熱帯豆科作物で、19〜22週で成熟する「Virginia種」が80%と多く作付され、15〜18週で成熟する「Spanish 種」もある。

播種量は43〜76Kg/ha、栽植密度は畦巾90センチメートルと変らず、株間が「Virginia種」150〜200ミリメートル、「Spanish 種」100〜150ミリメートルと異なる。

主産地はクィースランド州南部、収獲にあたり注意することは収獲時20パーセントの子実水分を貯蔵時13パーセントにする必要があることである。

また、子実にはAspergills mouldによる発がん性物質Aflatoxim が発現するおそれがあり、Alfatoxinは殆んどの土壌にあるので、晩い収獲、莢の傷、乾燥のおくれなどをさけるべきである。

州別生産統計は次の如くである。

AREA, PRODUCTION AND YIELD 1978-79

(落花生)	Area (ha)	Production (t)	Av.Yield (t/ha)
Qland	36,601	61,464	1.68
NSW	282	875	3.10
Aust total (1978-79)	36,912	62,369	1.69

(8) リョクトウ(Mung bean - Vigna 2種)

栽培種 1) Green gram - <u>Vigna radiata</u>

2) Black gram - <u>V.mungo</u>

夏作の豆科作物であるが、小面積に栽培されるマイナークロップに属し、1976/77年の作付面積は13,000ヘクタールであった。

品　種　:　Celea(小粒)、Berken(大粒)、Regur(Black gram)

播種量6〜17Kg/ha、畦巾25〜40センチメートル、Rhizobiamの接種が必要である。

(9) キマメ(Pigeon pea - <u>Cajanus cajan</u>)

品　種　:　Royes(1979年登録)

熱帯、亜熱帯の重要な豆科作物で、灌木、低木性である。

1800年に導入され、パインアップル園やバナナ園の緑肥作物として利用されていたが、最近の研究で熱帯、亜熱帯において子実生産の可能性が示されている。

播種は12月、成熟7〜8月と10ケ月前後の生育日数のため無霜地帯に限定される。

深根性で耐旱性が強く、耐倒伏性もあり、半乾燥限界地における栽培が可能である。

(播種を12月前にすると茎が徒長して機械収獲に支障を来たすが、無霜地帯であれば12月以降何時でもよい。)

栽植密度は40,000〜250,000本/ha(畦巾75〜30センチメートル)、播種深度6〜8センチメートル、初期生育がおそいので雑草防除が必要、Rhizobiumの接種が望ましい。

刈取り後、株が再生するので再生作（ Ratoon Crop ）を可能とし、収獲跡地を放牧地に利用出来る。

(10) グュアル（ Guar bean － Cyamopsis tetragonolobo ）

耐旱性のある夏作、豆科作物で２０世紀に導入された新作物である。

苗移植により緑肥、青刈飼料、土壌侵蝕防止の輪作作物である。

子実は、蛋白含有量２８～３３パーセントであるが毒素を消すため熱処理が必要である。

胚乳には「Gum質」があり種々の用途があり galactomanan の原料でもある。

平均年降水量５００～７００ミリメートルの半乾燥地で良質の子実が生産される。播種期は初夏か１２月、播種量５～１５Kg／haで0.5～1.2ｔ／ha の収量がある。

現在、研究中の作物で、Guar － Cyanopsis psoralioides も供試されている。

３－４－４　油脂作物

油脂作物７種について、生産統計を「表３－４」に示した。

この中、菜種（ rapeseed ）では double zero variety(erucic acil および glucosinolates の量を０にする）として Marnoo(1980)、Tatyoon（１９８４）が育成されている。

また、亜麻（ lineseed ）では、Wilt resistant の Croxton（１９８５）が育成されている。

表３－４　油脂作物の州別生産統計　（1,８７８－７９）

AREA, PRODUCTION AND YIELD 1978-79

作物名	Crop	NSW	Vic	Qland	SA	WA	Aust
綿 Glycine max	Cotton ha	35 400	—	14 442	—	—	49 842
	t	115 664	—	39 508	—	—	155 172
	t/ha	3.27	—	2.74	—	—	3.11
亜麻 Linum usitatissiumum	Linseed ha	3 686	4 474	3 266	1 079	580	13 085
	t	2 810	4 747	3 911	1 174	248	12 890
	t/ha	0.76	1.06	1.20	1.09	0.43	0.99
落花生 Arachis hypogaea	Peanuts ha	282	—	36 601	—	—	36 912
	t	875	—	61 464	—	—	62 369
	t/ha	3.10	—	1.68	—	—	1.69
菜種 Brassica conpestris	Rapeseed ha	5 487	2 992	—	11 655	1 952	22 251*
	t	5 600	2 825	—	13 825	991	23 426*
	t/ha	1.02	0.94	—	1.19	0.51	1.05*
ベニバナ Carthamus tinctorius	Safflower ha	32 220	3 227	38 137	1 084	—	74 668
	t	22 000	2 180	32 619	922	—	57 721
	t/ha	0.68	0.68	0.86	0.85	—	0.77
大豆 Glycime max	Soybean ha	17 082	144	36 430	—	—	53 656
	t	33 370	167	65 185	—	—	98 722
	t/ha	1.95	1.16	1.79	—	—	1.84
ヒマワリ Helianthus annuns	Sunflower ha	72 098	14 220	161 823	11 206	1 316	260 663
	t	43 062	10 997	121 611	9 814	719	186 203
	t/ha	0.60	0.77	0.75	0.88	0.55	0.71

*Includes Tasmania.

「注」　A Manual of Australian Agriculture(1985)

第４章　オーストラリアにおける半乾燥地農林業研究の概要

４－１　主要農林業研究機関の概要

４－１－１　連邦科学産業研究機構（ＣＳＩＲＯ：Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization）

1926年メルボルン郊外の大学内の数研究室でCouncil for Scientific and Industrial Research として発足し、1944年にＣＳＩＲＯと名称を改めて今日に至っている。現在（1986）は科学者2,500名を含めて総員7,500名で、オーストラリア全土に100以上の研究所および試験場を持つ研究機構である。

オーストラリア連邦政府に直属している。

運営は８人の理事（１名が代表理事、３名が常勤理事）で運営されている。

ＣＳＩＲＯの任務および研究対象は、工業技術・オーストラリアの農業および鉱業・新工業資材・エネルギー開発・水利用・保全などである。得られた成果は出版・公報・ゼミナー・open day・field day その他によって普及・伝達して活用することとしている。

(1) 組　織（1986）

Executives（理事）

Management Committee

Contral Administration

次の５つのInstituteがある（学系）。

① Animal and Food Siences（畜産・食品科学）

② Biological Resources（生物資源）

③ Industrial Technology（工業技術）

④ Enegy and Earth Resources（エネルギー・地下資源）

⑤ Physical Sciences（物理科学）

この外に次の二つの機関がある。

・International Cooperation

・Bureau of Information and Public Communication

今回の調査では生物資源学系（Institute of Biological Resources）を訪問し、数々の便宜を得た。なお、ここではInstitute を学系と表現することにした。

４－１－２　生物資源学系（Institute of Biological Resources）

(1) 所　管　：　ＣＳＩＲＯ

(2) 組織および所在地（Division）

・Entomology（Black Mountain、キャンベラ）

・Forest Reseach（Yarralumba、キャンベラ）

・Horticultural Research（Glen Osmond、アデレード）

・Plant Industry（Black Mountain、キャンベラ）

・Soils（Glen Osmond、アデレード）

・Tropical Crops and Pastures（St.lucia、ブリスベーン）

・Water and Land Resources（Black Mountain、キャンベラ）

・Wild life and Ranglands Research（Gungahlim、Barton Highway、キャンベラ）

(3) 調査対象機関

今回の調査目的は半乾燥地を調査対象としたため、8つの部のうち熱帯作物・草地部（Division of Tropical Crops and Pastures）と植物産業部（Division of Plant Industry）の2つを訪問し、必要とする情報を得た。

(4) 熱帯作物・草地部の概要

1）所在地 ： 306 Carmody Road, St.Lucia, Brisbane, Qld 4067

2）部の研究目的 ： 乾燥地帯を除く熱帯・亜熱帯オーストラリアの作物と草地を研究の対象としている。草地関係の研究では肉牛生産に重点を置き、新らしいマメ科牧草をベースとした草地の開発を目標にしている。畑作物ではグイーンソルガム、大豆の外、ニュークロップとして各種の新作物の開発を進めている。

3）組　織 ： 3つの研究所（Laboratory）と4つの試験場（Research Station）で構成されている。今回の調査ではダーウィン研究所およびカサリン試験場を視察した。

(5) 植物産業部の概要

1）所在地 ： Clunies Poss Street, Black Mountain,
Via Camberra City

2）部の研究目的 ： 温帯および地中海気候帯の農業開発を目的とし、熱帯作物・草地部と地域を分けて分担している。

研究の手法としては、分子生物学・植物導入と育種・生化学および生理学・栄養学・微生物学その他を採用して新作物および既存作物・草地ならびに農業生産手段などの開発を行っている。

また、当部はオーストラリアの野生生物の生物相、植生の分類・生態に関する研究のセンターの機能を分担している。

研究の対象からみて今回の調査と直接関係がないように見られるが、当部が実施して

いる基礎研究には参考になる情報が多いと推測されるので、将来にわたって着目すべき機関のひとつと考えられる。

3）組　織　：　本部とGinninderra Experiment Station はキャンベラに、Cotton Research Unit をNarrabri（NSW）に、Dryland Crops and Soil Researchプログラムをパース（Floreat Park）に、Tropical Forest Research Center をAtherton（Qld）においている。

4－1－3　作物適応研究所（Crops Adaptation Laboratories）

(1) 所　管　：　CSIRO　植物産業部

(2) 所在地　：　植物産業部と同じ

(3) 研究活動の概況

1）プロジェクト研究

a）光合成と植物生産力：主として、光合成機作の分子生物学的研究とC_4植物の光合成能率に関する研究、その他。

b）作物および草地の栄養ならびに施肥：油脂作物および草地の肥培管理、酸性土壌対策など。

c）作物および草地生産におけるチッ素栄養に関する研究：マメ科植物のチッ素固定の機構、チッ素固定量、作物生産システムにおけるチッ素のバランスなど。

d）コンピューターによる農業生産のシステム化。

e）植物生理をベースとした植物の育種（改良）。

f）分子生物学をベースとした植物の改良。

g）オーストラリアの生物相の遺伝資源的評価・整理ならびに管理。

h）作物の環境適応性とストレス。

i）乾燥地における土壌－作物系の相互作用。

j）生態的ならびに除草剤による雑草制御管理。

k）その他（棉の育種その他）

2）活動状況

a）生物の環境適応機能の附与または獲得において、作出手段として育種が大きな役割を果たすものとして研究を推進している。

b）植物育種の方法として遺伝子ならびに遺伝子型をベースとした分子生物的な手法および植物生理学（組織培養法）をベースとした育種法が採用されていた。

c）育種目標は作目ならびに目的によって異なるが、耐暑性、耐乾性、病害抵抗性ならびに成分育種などであり、一定の成果を得ている模様であった。

d）対象作物も多様で、ヒマワリ、大豆、アブラナその他であった。

以上のｃ）およびｄ）にみられる作物の選択ならびに育種目標はオーストラリア農業（温帯および地中海気候帯）の実態を反映するものであった。

4－1－4　マンブロー試験地（CSIRO Manbulloo Experimental Site）

(1) 所　管　：　CSIRO 熱帯作物・草地部、カサリン試験地

(2) 所在地　：　カサリン試験地東方約60キロメートル

(3) 原植生　：　Monsoon Tall Grass 地帯

試験地の植生　：　Sorghum plumosum およびThemed sustralis その他

(4) 年降水量　：　950ミリメートル

(5) 自生植生の生長期間　：　約20週間、夏雨型

(6) 研究開発成果の適用可能範囲

1）土壌　：　Red Soils、Yellow earth soils

2）水・温度　：　年降水量600～1100ミリメートル、植物生育期間15～25週間

(7) 研究の目標

1）自生植生の放牧草地の管理と利用法の改善

2）優良マメ科牧草の導入による草地生産力の向上

3）草地に対する施肥・放牧家畜に対するサプリメントの給与その他による肉用牛の生産性の向上

4）肉牛生産と穀物生産（その他）とのシステム化

(8) 活動状況

1）導入牧草の評価

ａ）マメ科牧草の評価として、アメリカ原産のStylosanthes につき、品種比較試験を実施した結果、Verano Styl (Stylosanthes hamata) が生産性、安定性、耐踏圧性、耐病害性ともにすぐれていることが認められた。

また、生産量は自生植生の10～20倍であった。

ｂ）イネ科牧草の評価ではBuffel Grass (Cenchvus Ciliaris) は供試草種中で最もよく、草地化速度が遅く、完成するまでに6～7年間を要するが、完成後は安定し、実用の可能性の高いことが認められている。

2）肉牛飼養技術の開発

ａ）ミネラルサプリメントの効果試験で、自生植生での放牧牛はミネラルサプリメントを給与しない場合はNa、PおよびSの欠乏状態となる。当該放牧牛を供試したサプリメント給与試験の結果は次のとおりであった。

ア．サプリメント無給与：DG（日増体重の年間合計）20kg/年/ha

イ．自生植生にVerano Stylを導入し、施肥し、さらにサプリメント給与：

DG　150Kg／年／ha

b）放牧牛の一定期間（日又は月）の牧草採食量は採食草のリン酸含有量と正の相関関係にあることを認めた。

3）自生放牧地植生の管理法の改善

a）無処理の自生放牧地植生での肉牛の年間の増体量（DG）は20Kg／ha内外であったが、同植生で火入れ処理を行い、かつ、放牧牛にサプリメントとしてナトリウム(Na)を給与した場合、肉牛の年間増体量は60Kg／haであった。さらに、同上と同一の植生で、火入れを行ない、放牧牛が必要とするミネラルサプリメントを与えた場合の増体量は135Kg／haであった。

b）自生植生の安定的維持方式としては火入れを行なわない無火入れよりも輪換火入れ方式が、より植生維持上すぐれていることを確認した。

4－1－5　カサリン試験場(Katherine Research Station)

(1) 所　管　：　CSIRO 熱帯作物・草地部

(2) 所在地　：　P.O.Box 21, Katherine, N.T.5780

(3) 用地面積　：　1250ヘクタール

(4) 年降雨量　：　900ミリメートル、夏期4ケ月間に殆んど降る、強雨地帯。

(5) 原植生　：　マンブロー試験地と同じ

(6) 植物の生長期間　：　約21週間

(7) 組織（研究部門）

1）草地開発と草地生態

2）作物および牧草の導入と遺伝資源の保全

3）作物育種・植物生理およびファーミングシステム

(8) 人員配置　：　研究員は所長外20名であるが、うち10名はダーウィン研究所と兼務となっている。

(9) 研究課題

1）優良牧草類の導入および牧草育種による草地植生の改良

2）各種放牧草地における肉牛の生産システムの開発

3）降雨期に生育する作物の選定と栽培法の開発

4）北オーストラリア地帯向けのレイファーミングシステムの開発

(10) 活動状況

1）研究課題1）に対応した研究として、StylsanthesおよびCentrocimaの導入、育種および遺伝資源としての整理など多面的な研究を進めている。なお、当課題はCSIROの組織的分担研究の一部としての役割を果たしている。

また、Centrocimaプログラムの一部に、ACIAR－CSIRO関連の東アフリカプロジェクトとして品種選抜（Variety selection）、栽培試験（Field scale test）ならびに種子生産（Seeds Production）を組入れている。

なお、当栽培試験でテストしている草種および品種の合計は150で、主要なものとして次のものがあった。

Alysicarpus、Centrosema、Clitoria、Desmanthus、

Desmodium、Macrophilium、Stylosanthes

2）研究課題2）はマンブロー試験地の課題であるため、すでに記載した。また、研究課題3）、4）は第5章で述べる。

4－1－6　ダーウィン研究所（Darwin Laboratory）

(1) 所　管　：　CSIRO 熱帯作物・草地部・野生動物および牧野部の共同管理

(2) 研究所の特徴　：　研究所であるが、組織・機能とも一般の場合と異なり、北部オーストラリア所在の諸研究機関のバックアップ・センターの機能を果たしているようである。このため、図書館およびコンピューターを設置して諸研究機関の研究推進をバックアップしている。また、共同所管の両部以外の昆虫、園芸、統計、CSIROネット、その他の部も不定期的に活用しているとのことである。

(3) 所在地　：　MeMillans Road, Berrimah, Darwin, N.T. 5789

(4) 組　織　：　組織は複雑のようである。熱帯作物・草地部からは研究員5名、研究補助者9名を出しているとのことであった。

(5) 検討事項　：　当研究所では当方の用務に関係した試験は行なわれていないので、今回の訪問においては、所長のDr.B.WinterおよびMr.A.Chapmanとオーストラリアの自然草地の植生管理、利用および将来の展開方向その他につき討議した。

討議の概要は次のとおりである。

1）オーストラリアの自然草地の植生の開発・利用の方向：現在、オーストラリアにおいては自然草地の植生を14に分類しているが、資源量・植生分布ならびに利用技術の開発予測などからみて、次の3つの植生が開発の対象になると考えられる。

a）Mitchell Grass （Astreble）

b）Monsoon Tall Grass （Themeda、Sarghum、Heteropogon）

c）Acacia Shrub-Grass （Acacia、Eragrostis）

（Dr.B.Winter の推定）

2）自然植生ならびに改良草地の生産力について：現在でも試験研究段階では、いずれの土壌・植生でも、人工草地の造成・維持・肉牛飼養は可能である。その際の生産力は次のとおりである。

表4－1　草地植生の改良効果
（優良牧草の導入による生産力の向上）

区	分	草地生産力	
		産草量DM，t／ha／年	肉牛増体重Kg／ha
自然植生	Mitchell grass	1～1.5	10～30
	Anuual sorglum	1～1.5	10～30
	Acacia	1～1.5	10～30
	自然植生＋Stylosanthes	3～7	135
改良草地	人工草地（Buffel grass ＋Stylosanthes）	5～10	270～300

注：Dr.B.Winter の推定

しかし、自然草地の自生植生の改良において、全面耕起法による人工草地の造成利用は種々の理由により現実的ではない。たとえば、対象とする資源量が大きい。造成には経費がかかり、畜産物価額からみても負担に耐えられない。生産現場に草地の維持・管理・利用についての条件が整備されていない（後出；3））。

部分耕または直播法により自生植生に優良マメ科牧草（たとえば、Stylosanthes）の導入による牧養力の向上などが望ましいが、当導入技術は現在開発段階である。

3）草地開発技術の普及上の問題点その他：現在、自生植生を基盤とした肉牛の生産者は牧柵を施設する考えは全くない（主として経費上の制約）。また、草地に施肥する習慣がないため、人工草地の造成技術を開発しても普及につながらないのが実情である。

なお、生産者は二つの類型に区分できる。その概要は次のとおりである。

一つは、牧野面積800～3,200ヘクタール以上の経営（全肉牛経営の約30パーセント内外）で、多くは企業経営で極めて粗放かつ慣行的な生産方式によって生産を行っている。これらの経営は資金は比較的豊かと見られるが、土地面積が大きいこと、収益性の面から土地への投資を好まない模様である。

二つは、牧場面積800ヘクタール以下の個人経営で、比較的集約的生産を行っているので、新技術の導入の条件があるが、資金難などの理由で、新技術の入る可能性が少ない。

4）アフリカ半乾燥地などへの草地生産技術の移転について：技術問題よりも受入れ側の社会・経済あるいは政治的条件が問題と考えられる。我々の持っている技術は、そのま

までも、あるいは若干の調整を行なえばアフリカで役立つものが多い。

技術の移転においては、アフリカの現況から、受入れサイドの現行の生産－生活－流通システムを変更しないで導入できる諸技術を導入すべきであろう。たとえば、優良マメ科牧草の自生植生などの導入は有効と考えられる。その場合の草種としては次の二草種が候補となる。

マメ科牧草：Stylosanthes

イネ科牧草：Buffel grass

(Dr.B.Winter)

5）以上、ダーウィンを中心として配置されている研究機関のうち、CSIROマンブロー試験地、同カサリン試験場および同ダーウィン研究所を訪問し、必要とする情報を得た。三場所とも熱帯に立地しているが、研究の内容は半乾燥地帯の生産技術を検討する際に参考になるものが望外に多かったというのが感想である。また、研究活動の現況ならびに人材の質・量からみて、今後のアフリカ半乾燥地対応～検討において情報収集・研修あるいは共同研究の場の一つとして重視する必要があると推測された。

4－1－7 クイーンスランド大学農学部(University of Queensland, Department of Agricultural Science)

(1) 所在地 ： St.Lucia, Brisbane, Queensland 4067

(2) 組 織 ： 農学部は同大学13学部の一つである。学部は1927年に設立された。当学部には基礎から応用にまたがる教育・研究部門がある。すなわち、その構成は作物・草地・農業動物・家畜生産・土地利用(資源)・農業経済・統計・農業技術の普及となっている。

(3) 学生数その他 ： 18,000人

(4) 敷地面積 ： 103ヘクタール

(5) 教育・研究の背景 ： クイーンスランドはオーストラリアで2番目に大きい州で、気候帯は湿潤帯から乾燥帯にいたる幅広い気象条件にあり、これに伴って植生、営農その他が多様なものになっている。これらの諸条件が教育・研究の背景になっている。

(6) 近年のプロジェクトの課題設定の傾向は熱帯農業関係の課題が多いとのことであった。

a）食用マメ科作物：近年までオーストラリアにおいてはマメ科作物はマイナー作物にすぎなかった。当学部では1960年代から大豆・キマメ・リョクトウ・落花生・ササゲ等について、導入・改良・生理・生態および栽培法について研究を進め、数々の研究成果と人材を養成して今日に至っている。

今日、CSIROおよび各州の試験研究機関でニュークロップとして各種マメ科植物を研究しているが、研究の基礎データあるいは人材の供給に当学部がベース的役割を果

たしていると推測された。

b）酸性土壌問題対応：熱帯発展途上国における食糧・農業問題の一つに酸性土壌問題がある。当学部では、当問題の解決を目標として多くの研究課題が設定されている。すなわち、アルミニューム耐性の高い作目・品種の検索・導入・育成、土壌改良法、下層土の改良法、その対応について研究を推進している。

c）鉱業残渣の処理・利用問題：土地利用から見れば問題の土地面積は小さいが、環境問題としては水質、風蝕等との関連で大きな問題になる性格の課題である。このため、これに関連した多くの課題が設定されている。

d）海外協力：第三世界の農業開発のための研究協力としてACIARおよびADAB等の諸機関と協力して事業を進めている。

実例として、マメ科作物の栽培特性を活用したタイ東北部地域を対象としたファーミングシステムの確立に関する研究協力事業が紹介された。

この研究では当学部の研究者をタイ国のコンケーン大学（Khon Kaen University）に派遣し、同国大学の研究者15名と協同で同地帯の小規模家族経営を対象に標記の研究を推進した。その概要は、飼料用マメ科牧草とグレインソルガムの二つについて、導入・種子生産・施肥法を軸としたクロッピングシステムの確立を目標とする研究であった。

当研究は引続いてコンケーン大学で継続実施中であり、研究の深化と、ここを基点として技術の普及が図られることを期待しているとの担当者の話であった。

4－1－8　チャールビル牧野研究所（Charleville Pastral Laboratories）

(1) 所　管　：　クイーンスランド第1次産業省

(2) 所在地　：　Charleville, Western Queensland

(3) 年降水量　：　450ミリメートル、降雨パターン　夏期2／3　冬期1／3

(4) 土　壌　：　展型的な低質土　Redish soil、PH4.0

(5) 原植生　：　Acacia Shrub-Short grass（Acacia、Eragrostils）

優占種はMulgaで、Mulga landと呼んでいる。なお、Michell grass 植生帯が隣接している。

(6) 研究の背景　：　当Acacia Shrub-short grass植生（Mulga）はオーストラリアの自然草地植生のうち最大の面積（約22百万ヘクタール）である（Aust, ATLAS 1982）。一方、生産力は低く、年間飼養（放牧）に必要とする牧草地面積は、羊：2～10ヘクタール、肉牛：15～75ヘクタール内外であるとされている。また、当植生は酸性で水分保持力が弱く、かつ、有効ミネラル含量の低い土壌に分布するため、その開発が困難であるとされている。事実、当研究所の周辺部には人工草地・耕地は全く認められないの

が実情である。

当研究所の任務は当該植生帯の草地開発におかれている。

(7) 当植生帯の草地開発における技術上の問題点

1) 低質土壌の改善技術の開発

2) 土地保全対策技術の開発(土壌侵蝕防止を含む)

3) 同上1)および2)に対応した植生の改良と利用(草種・品種の選定、導入、同草種品種の前植生への導入法、利用法、草地に対応した家畜の飼養技術)

4) その他

(8) 活動状況

1) 植生改良のための優良牧草の草種・品種の導入と評価

a) 草種の評価:熱帯・温帯原産の牧草類およびオーストラリア原産で比較的良質の自生種Michell grass を導入し、草種比較試験を行っている。最終的結果ではないようであるが、マメ科導入牧草ではStylosanthes、イネ科導入牧草ではBuffel grassが、自生種ではMichell grassが有望であるとされている。

2) 自生植生の改良法

a) 自生植生への牧草類の部分的導入法:牛のふん塊に牧草種子を附着させて点播する方法を検討している。試験中であるため、結果は明らかでないが、わが国での経験からみて、大きな期待はできないものと判断される。

b) 人工草地(Sown Pasture)の造成法:立木地の場合、伐木→放置(乾燥)→焼却→耕起又は把耕→砕土→施肥(過リン酸肥料: 100Kg/ha 内外)→混合→播種→鎮圧の工程から成る造成法を基本として、各種の変形した造成法を検討している。現況では基本としている造成法で、草種・造成地の立地条件にかかわりなく草地造成は可能とのことである。また、造成した草地の維持には適正な放牧利用の継続と、毎年チッ素肥をNとして10~20Kg/ha程度の施用が必要であるとのことであった。

しかし、当造成・維持・利用技術は小規模の試験段階の技術であって、普及の水準には達していないとのことであった。

3) 放牧家畜に対するミネラルサプリメントの給与・効果に関する研究:一般にムルガーランドの植生は種構成が単純で、かつ、ミネラル含量およびバランスの劣る土壌に分布し、さらに、ムルガーはリン酸含有量が一般に低い(0.8~0.13%)種特性をもっているため、放牧家畜のミネラル要求と採食草のミネラル供給との間に不一致が生じて、放牧家畜にミネラル欠乏症が発症して生産性を低める原因となる可能性が高い。

当研究所では放牧家畜にミネラルサプリメントであるナトリウム(Na)、リン酸(P)および硫黄(S)を水溶液として給与して、生長反応を調査している。試験は継続中で

あるが、いづれの要素も有効であることを認めている。

4）その他：放牧地または牧野の小潅木処理方法として火入れ試験を行っている。経済的に極めて有効であるとの発表であった。

しかし、当結果はわが国その他の経験からみて、土地生産力の維持ならびに草地土壌の保全上の問題は残るように見受けられた。

5）草地保全に関する研究：第5章に別掲する。

(9) 総　括　：　当研究所の研究活動は極めて活動的であり、かつ、多くの研究データを蓄積しているものと推察された。今後のアフリカ半乾燥地の農業問題の検討・推進にあたり、情報収集の場として重視すべき研究機関の一つと考えられた。

4－1－9　ハーミテイジ試験場(Hermitage Research Station)

(1) 所　管　：　クイーンスランド第1次産業省

(2) 所在地　：　Warwich東方6キロメートルに位置し、当州の集約畑作地帯に立地している。

(3) 用地面積　：　228ヘクタール

(4) 降水量および降水パターン　：　725ミリメートル、夏：2/3、冬：1/3

(5) 標　高　：　500メートル

(6) 研究の領域　：

1）新作物の評価

2）雑草の生態、雑草防除のための耕作法ならびに除草剤の評価

3）耕地土壌の管理（エロージョン防止技術その他）

4）レイファーミング

5）羊の生産

6）カシミヤ生産におけるミネラルサプリメントの探査と給与法

7）その他

(7) 活動状況

1）ソルガムの育種（一代雑種）：高位生産・倒伏抵抗性・病害抵抗性・果皮が薄く、胚乳の硬い種実生産などを目標に新品種の育成を進めている。1961～1985年の間に19の新品種を作出している。

2）大麦の育種：1982年に新品種Grinmettを育成した。

3）大豆の育種：育種の目標を収量性、油脂含有率の向上、蛋白含有率の向上、倒伏抵抗性、病害抵抗性などにおいて育種事業を進めている。

4）新作物の評価に関する経験として、ヒヨコマメ、キマメ、ヤエナリ、ササゲ、ルーピン等について栽培試験を実施中である。

5）レイファーミングに関する試験：a）農耕用燃料の節約、b）耕地土壌の保全、c）耕土の含有する水分の高度利用、d）雑草防除、e）その他、を満足させる新しいレイファーミングシステムの確立をめざして検討を進めている。当試験は長期の試験期間を必要とするので、目下継続中であるが、部分技術については一定の成果を得ているとのことであった。

6）耕地土壌の保全技術および流去水（流亡土壌）の測定法については第5章で述べる。

4－1－10　ノースフィールド研究センター（Northfield Research Center）

(1)　所　管　：　南オーストラリア州農業省

(2)　所在地　：　Fosters Road, Northfield, South Australia 5085

(3)　土　壌　：　Yellow Duplex Soil

(4)　年降水量・降水パターン　：　400ミリメートル、冬雨型

(5)　研究の背景

1）農業の概況：当州の大半は乾燥または半乾燥地帯で、全州土面積の約4パーセントが年降水量500ミリメートルを得ているにすぎない。また、全州土面積の約9パーセントが農用地あるいは放牧地に利用されているにすぎないものの集約生産によって農業産出高は比較的大きい。

また、降雨パターンが冬型であるため、降水量の絶対量は少ないが流去水量および蒸発散量が少ないため、冬期間は湿潤条件が保たれ、夏期の高温乾燥期と併せて、いわゆる地中海型気候が成立して、麦類－マメ科草地（羊・肉牛放牧）のレイファーミングが確立されている。

2）南オーストラリア州農業の地帯区分

a）遊牧地帯：年降水量250ミリメートル以下、水分不足と低質土壌のため、生産の主体は羊毛生産となっている。

b）穀作地帯：年降水量250～500ミリメートルであるが、冬雨型で、地中海気候のため小麦を主穀作とするレイファーミングが成立している。

レイファーミングの構成作目：

穀作：小麦および大麦

牧草：マメ科牧草、サブタリアンクローバ、メデック、その他

家畜：羊および肉牛

c）湿潤地帯：年降水量500ミリメートル以上の多雨地帯で、多様な農業生産が行われている。

3）穀作地帯（b）イ）における今日的検討課題

a）多収穫品種の普及等による集約生産方式の特化

b）同上アに対応した化学肥料の多用

c）輪作体系（レイファーミング）におけるマメ科牧草をベースとした放牧地面積の減少

d）以上ア～ウに伴なう耕地土壌の流亡、土壌の劣悪化、とくにミネラルの過不足あるいは量的不均衡の発生（Ｚｎ、Ｓ、Ｍｏ、Ｍｎ、Ｃｏ、その他）

(6) 活動状況　：　当研究センターは州内研究機関間の研究分担の関係から同上穀作地帯の今日的検討問題等を与件として研究を行っているように見られた。

1）育種：レイファーミングの主要な構成作目であるアルファルファーについての研究は世界的に著名で、過去にも多くの品種を作出している。現在は豊富な育種材料を活用して、アブラ虫抵抗品種の育種をすすめている。有望な系統が数多く作出されていた。

2）作物栄養：州内の関係研究機関と協力してネットワークの一部として研究を進めている。研究で対象としている栄養要素は、多量要素では、マメ科植物の固定する固定チッ素、化学肥料としてのチッ素、リン酸などであり、作目別の肥料の形態と肥効、施肥時期、施肥量、施肥肥料の植物の利用率（残留量）、その他について系統的な試験を行っており、それぞれ成果を得ている。

一方、微量要素についての研究としては、硫黄（Ｓ）、亜鉛（Ｚｎ）、マンガン（Ｍｎ）、モリブデン（Ｍｏ）、コバルト（Ｃｏ）、その他につき、欠乏症状、施用量、施用方法などの検討を行っている。

3）作付体系：何れも試験は継続中であるが、最近、得られた研究成果の１つとして、次のものが紹介されている。

各種の耕耘法および輪作体系を比較検討している試験において、慣行の作付体系（裸地休閑）に比較して、残渣すき込み法、残渣放置法および省耕法（秋期に作物および草地の残渣を焼却し、播種前に１回だけ耕耘する）は、いずれも経済的に有利であることを認めている。

4－1－11　ローズウォーシー農科大学（Ｒｏｓｅｗｏｒｔｈｙ　ａｇｒｉｃｕｌｔｕｒａｌ　Ｃｏｌｌｅｇｅ）

(1) 所在地　：　Ｒｏｓｅｗｏｒｔｈｙ　ＳＡ　５３７１

(2) 用地面積　：　1,200ヘクタール

(3) 立地　：　アデレード台地の展型的なレイファーミング地帯に位置する。

(4) 年降水量　：　４４０ミリメートル

(5) 土壌　：　Brown Mallee Soil

(6) 大学の創立の経過　：　当大学はオーストラリア最古の大学で１８８３年に設立され、当該関連地域の農業発展において先導的役割を機能したものと云われている。また、現在も、当州の農業関係機関と密接な協力関係にあって、研究・技術普及・人材の養成に貢献しているとのことであった。

たとえば、当州のＳＡＧＲＩＣ International による海外援助における研修生を受入れ、教育を行っている。

(7) 学科の編成

1） 農業 (Agriculture)

2） 自然資源 (Natural Resource)

3） ワイン製造とマーケッティング (Win Making and Winemarketing)

(8) その他

1） 小麦の育種研究 ： 当大学の小麦の育種研究は著名であり、その成果は当州の小麦生産に大きく貢献したようである。たとえば、ある時期、両オーストラリア州で栽培していた小麦品種の約７５パーセントは当大学で育成した品種であった、とのことである。

今日、当州の関係者が当州の小麦生産技術は世界の地中海気候の全域に適用できると自負している背景には当大学の小麦研究の実績と学問的理論整理があるものと推測された。

2） 同上1）を継承して現在も小麦の育種研究が進められている。現在は多収性、病害抵抗性ならびに用途に適合した品質の小麦品種の育成として、 Australian standard white, Australian hard white の育種を進めている。

4－1－12 ビクトリア作物研究所（Ｖｉｃｔｏｒｉａｎ Ｃｒｏｐｓ Ｒｅｓｅａｒｃｈ Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ）

(1) 所 管 ： ビクトリア農業・地方行政省

(2) 所在地 ： Ｎａｔｉｏｎａｌ Ｒｏａｄ， Ｈｏｒｓｈａｍ， Ｖｉｃ．３４００

(3) 年降水量 ： ５００ミリメートル

(4) 土 壌 ： Ｆｉｎｅｌｙ Ｓｔｒｕｃｔｕｒｅｄ （Ｓｅｌｆ－ｍｕｌｃｈｉｎｇ） Ｃｌａｙ

(5) 組 織 ：

所 長

植物育種 （４０）

穀物化学 （ ６）

農 業 （２６）

植物病虫害 （１９）

サービス （ ９）

管理部門 （ ７） （ ）内は人員数

(6) 活動状況

1）植物育種：当試験場の育種部門は当州の育種研究の中心的機関で、穀物用作物および油脂作物の育種を農業部門、植物病害部門と密接な関係を持ちながら研究を進めている。

a）小麦の育種では1981年から今日の間に7つの新品種を育成した。このなかには特定の土壌に適応し得る品種、シスト線虫抵抗性品種が含まれている。

b）大麦およびエンバクの育種でも大麦の赤サビ抵抗性品種を育成している。

c）ライコムギの育種では最近4品種が育成された。とくに、1986年に育成したTY_2はシスト線虫および赤サビ抵抗性をもった新品種である。

d）マメ科作物の育種ではエンドウおよびヒヨコマメその他について育種を進めている。すでに後者については新品種の育種に成功している。

e）遺伝資源の保全・利用として、オーストラリアが収集した熱帯向けの油脂植物およびグレインソルガム類その他の保全（貯蔵）・維持（栽培）・配布等を行っている。

2）農業部門：当部門では作物栽培、土壌管理、雑草およびネマトーダ制御と輪作体系との相互関係を研究している。

a）耕地における土地生産力の向上、作物病害虫による被害の軽減、土壌水分の有効利用あるいは耕地雑草害の軽減を大目標におき、耕起・不耕起両条件のもとで作物と牧草との作付体系を検討している。

耕作方式の検討では土壌水分の有効利用をねらって、除草剤処理技術を組入れて耕起を軽減した場合の土地生産力および土壌構造におよぼす影響を検討している。

また、レイファーミングにメディックをとり入れた場合の、メディックの土壌改良効果および後作の病害発生に及ぼす影響を検討している。

b）同上a）の部分技術として低質赤色土の改良のため土壌改良資材について作付体系・耕起方法・土壌管理法との相互関係を検討している。

c）耕地雑草問題として、作付方式、耕起方法、栽培方法の変化に伴って耕地雑草の生態で大きく変る。これへの対応した新技術を開発を進めている。

d）シスト線虫（CCN）による被害対策：CCNによる農作物の被害はビクトリア州の東北部では最大の減収要因となっている。このため、CCNに対する作物抵抗性、品種抵抗性、殺虫剤、被害軽減のための作期・播種時期その他について、研究情報を整理して具体的対策を策定し、さらに、これを防除技術として普及に移している。

3）植物病害虫部門

a）作物の輪作体系とCCN、Take-All およびリゾクトニア根腐病との相互関係を検討している。その一部として、耕起法とTake-All、リゾクトニア根腐病、CCN発病との関係で、耕起を減少（耕起回数または耕起深度）するとリゾクトニア根腐病が多発し、これと対照的にCCNの被害が軽減する関係にあることが認められている。

b）耐病性の高い作物品種の作出として、小麦の体細胞を用いて人工培養を行ない、新個体を作出している。

c）小麦の縞サビ病は多発的で被害の大きい病害の一つである。本病に対する対応法の確立として、品種抵抗性、薬剤防除、罹病程度と収量の関係を系統的に検討している。

d）エンドウの病害では、オーストラリアではAssochyta BlightおよびBacteria Blight が主要な病害である。本病についても、抵抗性品種の選抜および農薬による防除法を検討している。

e）新資材の開発として過リン酸肥料をペレット状とし、この表面に農薬を被覆し、施肥と薬剤散布を1工程ですますことのできる新資材の開発を進めている。

4－2　主要技術データの集積場所とその利用

4－2－1　試験研究機関に期待できる技術分野および情報

今回の調査において、現地視察を行った主要試験研究機関について調査の目的に照らして、期待できると考えられる技術分野ならびに技術情報の内容（評価）を整理したのが表4－2である。

当表における「期待できると考えられる」の意味は、今後のアフリカ半乾燥地帯の農業開発等において必要とする技術および情報の入手について、期待が持てる、ということである。

また、技術・情報の評価は、現地での研究実施状況の見学、研究担当者の説明、各機関の説明資料ならびにその他関係資料等を情報源として、担当者が総合的に判断したものである。

さらに、当項目（欄）における基礎研究は生理・生態学的基礎的知見、新品種は文字どおり新らしい作物の品種、実用技術は実用生産に直ちに使用可能な技術、試験場技術は試験場等の試験条件では実用に近いところまで技術が完成されているが、未だ生産条件では検討していない技術、試験データは技術化を目的としていないものであるが技術開発等において参考になると考えられる試験データ、情報は研究に直接関係を持たない場合も含まれるが、開発方式、将来展望等についての見識等を含むものとしている。実例として「表4－2の4」ＣＳＩＲＯ マンブロー試験地の場合についてみると次のとおりである。

1）熱帯自然草地の管理・利用技術の確立として、自生植生であるソルガムの放牧草地において、慣行火入区、火入れ時期、火入れ間隔（年）、放任区、火入れと施肥との関係を実規模に近い試験面積で放牧試験を実施し、産草量および家畜の生産性を把握している。当試験について、当表では実用技術と評価した。

2）熱帯サバンナの植生改良として導入マメ科牧草であるスタイロサンテスの導入法として播種期、播種量、施肥の有無その他を処理条件として検討を進めている。研究推進の現状では施肥条件で導入が成功している。このことから、当評価においては試験場技術と評価した。

3）半乾燥地帯向けマメ科牧草の生産性の検討として数種のマメ科牧草の品種・系統の生産量比較試験を継続している。当データは草種・品種の評価のために必要であるので、有望な試験データとして評価している。

4）ミネラルサプリメントの効果試験としてリン酸を固形化したブロックを放牧地に配置し、消費量および放牧牛の生長量を調査している。試験区の設定その他からみて正確な評価は本試験では不可能と判断されたので、ここでは試験データが参考になると評価した。

表4－2　調査目的から見て試験研究機関に期待できる技術分野および情報の質

試験研究機関名	期待できる技術・情報分野	技術・情報の評価	備　考
2. CSIRO作物適応研究所（Crop Adaptation Laboratory）	①マメ科植物のN－固定促進技術 ②乾燥条件における作目・ストレス ③新油脂作物の品種	基礎研究 基礎研究 新品種	
4. CSIROマンブロー試験地（Manbulloo Exp. Site）	①熱帯自然草地の管理・利用技術 ②熱帯サバンナの植生改良技術 ③半乾燥地帯向マメ科牧草の生産性 ④ミネラルサプリメントの効果試験	実用技術 試験場技術 試験データ 試験データ	
5. CSIROカサリン試験場（Katherine Research Station）	①新作物の栽培技術 ②アレークロッピング技術 ③半乾燥地向マメ科牧草品種 ④同上採種技術	試験場技術 試験場技術 選抜または新品種 試験場技術	
6. CSIROダーウイン研究所（Darwin Labo.）	①半乾燥農林業の開発方法	情報	経験の豊かな研究者がいる
7. クイーンスランド大学農学部（Univ. of QL. Faculty of Agricultural Science）	①半乾燥地帯向け食用マメ科植物の生理・生態 ②熱帯における酸性土壌研究	基礎研究 基礎研究	
8. チャールビル牧野研究所（Charleville Pastral Labo.）	①半乾燥地自然植生への牧草導入技術 ②Michell grassの生産性 ③ミネラルサプリメントの効果試験 ④草地保全対策技術	試験場技術 試験場技術 試験データ 試験法ならびに保全技術	
9. ハーミテージ試験場（Hermitage Research Station）	①耕地保全対策技術 ②ニュークロップの評価データ	保全法 試験データ	
10. ノースフィールド研究センター（Northfield Research Center）	①ゼロファーミング技術	試験場技術	
11. ローズウォーシー農科大学（Roseworthy Agr. College）			
12. ビクトリア作物研究所（Victorian Crops Research Institute）	①マメ科ニュークロップの新品種の育種 ②耕地水分を保持・活用する作付方式	新品種 試験場技術	

注：試験研究機関名の前につけた番号は第4章4－1の各訪問機関の整理番号である。

4－2－2　情報活動の具体的事例

ＣＳＩＲＯ熱帯作物・草地部（Division of Tropical Crops and Pastures）の場合は次のとおりである。

(1)　図書館の配置

次の３ケ所に図書館をおき、さらに、それぞれの試験場および試験地でも資料を収集している。なお、当部所属の図書館はＣＳＩＲＯの情報組織の一部としての機能を持つものとしている。

1）Cunningham Laboratory

2）Davies Laboratory

3）Darwin Laboratory

ＣＳＩＲＯのネットワークの機能としては、資料の収集、カタログの作成、索引の作成、その他必要な事務を分担することとしている。

(2)　情報活動セクション（Communication Activity Section：CAS）

Cunningham Laboratoryにおき、その活動の内容は次のとおりである。

1）部内の情報の相互交換の促進

2）研究結果の活用（情報サービス）

3）研究情報に対するニーズの発見と対応

4）他の研究部門との連絡

5）その他：印刷に対する補助、研究現場の一般公開（field day）の計画・実施あるいは上部機関との連絡・調整

(3)　研究結果の発表

1）個別発表（個人が学会誌等に発表する）：1984／85年の発表では、次の学会誌に多くの論文が発表されている。

a）Aust、J. Plant Physical

b）Aust, J. Exp. Agri.

c）Tropical Grassland

d）Soil Biology and Biochemistory

e）Aust. J. Soil Res.

f）Ann. Bot.

g）Queensland Agri. J.

h）J、Appl. Ecol.

i）その他

発表論文数は60編となっている。したがって、当論文は当該学会誌および執筆者に

文献を請求すれば入手できる。

2) 技術情報シリーズ(Technical PaPer Series):有効な研究成果であるが一般の学会誌等に掲載することが技術上あるいは経費上困難なもの、たとえば、栄養要素の欠乏による植物の要素欠乏症のカラー写真などを技術情報シリーズとして出版している。これらの出版物はCASで入手できる(1984/85 : 27編)。

3) 熱帯農業技術メモランダム(Tropical Agronomy Technical Memorandum):種々の事由で(データの質・量、研究領域、研究手法、その他)、上記の1)~2)に発表できない研究成果をメモランダムとして公刊している。1984/85は41編で、これもCASで入手できる。

4) 遺伝資源情報(Genetic Resources Communication):1980年から出版を開始した(CAS)。その内容は次のとおりである。

a) 当部が収集した植物等の由来と生態学的特性に関するデータ

b) 導入植物の検疫時のガラス室内および導入初期の圃場栽培試験における当植物の形態および農学的諸性質に関するデータ

c) 遺伝資源データを整理した種子のカタログ

d) マメ科植物と共生してチッ素を固定する根粒菌のチッ素固定能力の異なる菌の由来と諸特性にかかわるデータのカタログ

1984/85は9編で、これもCASで入手可能である。

5) 研究報告および研究情報シート(Research Reports and Information Sheets):不定期の刊行であり、研究報告シリーズは編集者を特定して特定した研究課題について研究結果を系統的に編集し、情報シートはCSIROの情報サービス・シート・シリーズの一部として出版している。1984/85、研究報告は4編、情報シートは3編であった。なお、両印刷物もCASから入手することが可能である。

第５章　対アフリカなど半乾燥地農業協力に対する技術的な問題点

５－１　農　業

５－１－１　気象条件（年平均降水量）によるアフリカ、オーストラリアの比較

(1) 概　説

１）アフリカの気象条件については、多くの研究者によって調査がなされており、その結果、農業生態区分についても種々の説がある。このため各国が自国の農業開発計画を樹立するに当たって、どの区分によるかで議論が分かれ支障が生ずる場合があるという。

２）オーストラリアの半乾燥地と、アフリカ東部および西部の半乾燥地との比較において年降水量による位置づけを検討した。

(2) アフリカの半乾燥地（「表５－１」参照）

西アフリカの半乾燥地は、サハラ砂漠以南の熱帯圏・サヘル地域９ケ国（「注」参照）が対象であり、生態区分として「ＳＵＤＡＮ気候区」－年平均降水量600～1,000ミリメートル〔ＫＥＡＹ・1959〕により、東アフリカでは、ケニア、タンザニアを中心に「Semi・arid地域」－年平均降水量500～900ミリメートル〔Patt and Gwynne・1977〕によることにした。

１）降水パターン

西アフリカと東アフリカを平均年降水量のみで区分することは、実情の把握には困難で、降水パターンの相違点を留意する必要がある。

すなわち、西アフリカでは高い山岳地帯による影響がないので、２つの気団が気候を支配している。すなわち、大陸性熱帯気団ハルマッタン（Harmattan）の北からの襲来と、海洋性熱気団ギニアモンスーン（Guinea Monsoon）との出会いが熱帯収束帯（ＩＴＣ）の存在となり、北側は小雨気候、南側は大雨気候で、雨期は年１回である。

他方、東アフリカでは、北東季節風・印度洋モンスーン（Indian Ocean Monsoon）と、南西季節風ギニアモンスーン（Guinea Monsoon）とそれに関連した熱帯収束帯（ＩＴＣ）の季節的北上と南下により年２回の雨季があること、さらに山が多いので標高が降水量に差を与えていることがあげられる。

何れにしても、農業生産に対する気象条件は東アフリカより西アフリカの方がきびしいと言い得る。

(3) オーストラリアの半乾燥地（「表５－１」参照）

オーストラリアは広大な面積のため地域による気象条件、状況が異なる。（「第２章・２－２」参照）

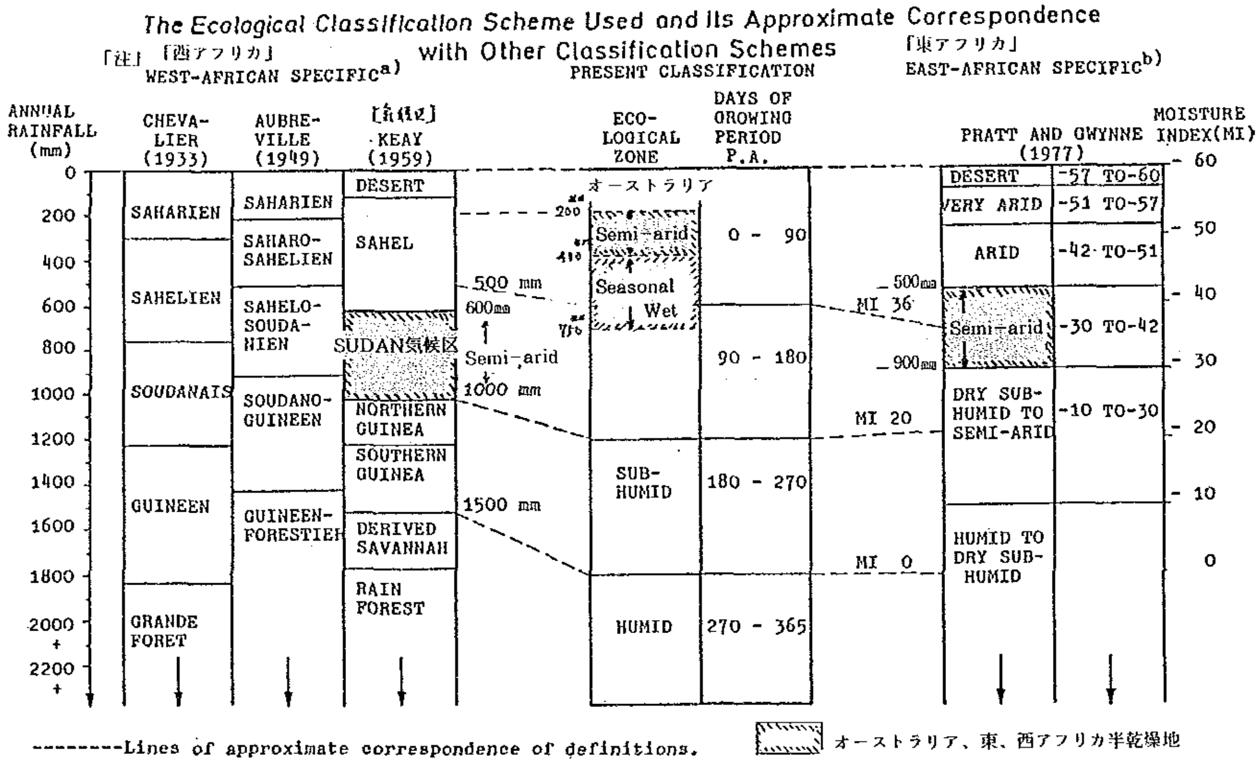
アフリカとの比較において、熱帯圏の北部についてみれば、夏季（12～2月）は熱帯圏

より南下する温暖湿潤モンスーンの影響で雨季となり、冬季（6月～8月）は、南東貿易風の影響で明確な乾季となる。

従って、年平均降水量による半乾燥地は、200～400ミリメートルのSemi－aridと400～750ミリメートルのSeasonal Wetからなっている。さらに熱帯圏北部は、雨季の集中豪雨、台風の影響による一時的多雨は流去水となって河川へ流れるため有効利用を困難にし、明確な乾季と共に前記200～750ミリメートル以外の多雨地帯でも半乾燥地の様相を呈する場合がある。

しかも、この反面、温暖な南部は冬雨地帯のため平均年降水量200ミリメートル地域でも冬作麦類生産を可能としている。

表5－1　降水量からの半乾燥地の関係図



a) The zones have a more or less direct relationship with annual rainfall.
b) Zonation is based on the relationship between rainfall and evapotranspiration as indicated by the moisture index.

Source: Compiled by the author.

「注」　西アフリカ：SUDAN気候区　Semi－arid 600 mm～1,000 mm
東アフリカ：　Semi－arid 500 mm～ 900 mm
オーストラリア：　Semi－arid 200 mm～ 400 mm
Seasonal wet 400 mm～ 750 mm

「注」: 平均年降水量600ミリメートル以下のサヘル気候区(Sahel)、600〜1,000ミリメートルのスーダン気候区(Sudan)、1,000〜1,200ミリメートルの北ギネア気候区(Northern Guinea)、1,200〜1,500ミリメートルの南ギネア気候区(Southern Guinea)に区分している。この中で、スーダン気候区を半乾燥地としたが、降水期間は7〜8ケ月、サバンナよりステップに近く、低木のアカシア属が生育し、南下すると湿潤地のバオバブ、カポックなどの高樹林が増加する。

ブルキナファソでは、カヤ地区の半乾燥地の植生は年降水量700〜800ミリメートルの灌木サバンナ地区で、600ミリメートル以下のサヘル気候区では遊牧民地域となる。

オーストラリアでは、亜熱帯に属するクイーンスランド州のQuilpie(平均年降水量300ミリメートル以下)の写真でみる状況がカヤ地区に類似している。

5－1－2　熱帯半乾燥地の分類

ノーザンテリトリー州において、「連邦科学工業研究開発機構」(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization－CSIRO)の熱帯作物・草地研究部(Division of Tropical Crops and Pasture)による熱帯半乾燥地農業シンポジウムが1983年に開催された。

この中で、気象的にアフリカその他半乾燥地に関する報告がなされている。

(1)　世界の半乾燥地の区分

熱帯半乾燥地(Semi-arid Tropics・SAT)について、雨季・乾季の月数による区分を行っている　(国際半乾燥地熱帯作物研究所・The International Crop Research Institute for the Semi-arid Tropics－ICRISAT)。

すなわち、雨季2.0～4.5ケ月、乾季7.5～10.0ケ月の地域と、雨季4.5～7.0ケ月、乾季5.0～7.5ケ月の地域に大別し、半乾燥地を雨季月数(Wet monthes)が4.5ケ月迄とした。(「図5－1」参照)

この場合の世界の半乾燥地は、オーストラリア北部、アフリカサハラ(Sahara)以南のサヘル地域、インド、メキシコおよびブラジル北部に分布している。

これを細区分すると次の如くである。

1)熱帯降雨気候：Tropical rainy climates　　9.5～12.0ケ月降雨月

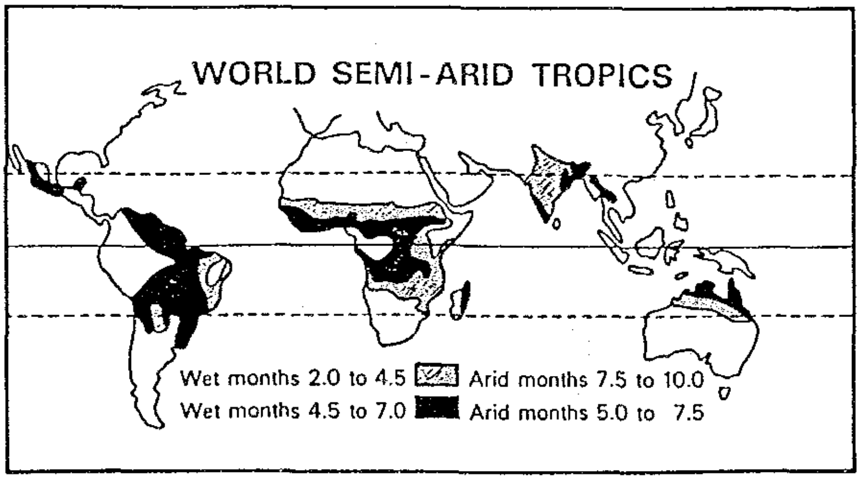
2)湿潤乾燥熱帯気候：Wet-dry tropical climates　　4.5～ 7.0ケ月降雨月

3)熱帯乾燥気候：Tropical dry climates　　2.0～ 4.5ケ月降雨月

4)熱帯半砂漠気候：Tropical semi-desert climates　　2.0ケ月以下降雨月

すなわち、半乾燥地を降雨月から「3)～降雨月2.0～4.5ケ月の熱帯乾燥気候」としているのである。

図5－1　世界における熱帯半乾燥熱帯の区分



Distribution of semi-arid tropics of the world.

「注」　Agro-Reserch for the Semi-arid Tropics; North-west Australia(1985)

(2) オーストラリアとアフリカの半乾燥地の区分：「Agro-climatic classification, Reddy S. J. 1983」による （「表5－2」参照）

1）オーストラリア（北部）、アフリカ（サヘル地域）－セネガル、オートボルタ（現国名ブルキナファソ）の半乾燥地分類

気象条件として、毎日の降水量の25ケ年の記録から、①毎週の降水量と蒸発量、②降雨の変動、連続性を分析する。

地域はオーストラリア8地域、セネガル4地域、オートボルタ4地域を選定し、低降水量（Low Rainfall、500～600ミリメートル）、中降水量（Medium Rainfall、700ミリメートル）、高降水量（High Rainfall、900ミリメートル）および極高降水量（Very High Rainfall、1,350ミリメートル）の4グループに分ける。

農業気象係数の算出：

S：播種時の降雨週日数

G：平均有効降雨日数

W：有効降水平均週日数

D：無降水平均週日数

A：作物不作年のパーセント

その結果、アフリカとオーストラリアの地域差は次の如くになる。

S）播種時の降雨：－アフリカは、20～29週に対し、オーストラリアは0.3～4.0～5.0週となり、オーストラリアは極めて少ない。

G）有効降雨：－アフリカは10.7～26.3に対し、オーストラリアは0.2～10.7～16.1と少ない。

W）有効降水：－アフリカ3.4～10.5週に対し、オーストラリアは1.0～6.4週とオーストラリアは少ない。

D）無降水：－アフリカ4.5～7.0週に対し、オーストラリア0.5～4.3週とオーストラリアはやや少ないが、この点はオーストラリアが有利である。

A）作物不作率：－降水量4グループ別にみると、低降水区アフリカ13パーセントに対し、オーストラリアは100パーセント、中降水区、高降水区アフリカ0～0.3パーセントに対し、オーストラリアは30～100パーセントと不安定性を示している。

表５－２　セネガル、ブルキナファソおよびオーストラリアの半乾燥地の比較

Climatic attributes for selected locations in Senegal, Upper Volta and tropical Australia 「注」1

Location	Country	Average annual rainfall (mm)	Agroclimatic attributes 「注」3				
			S ± δ	G ± C	W ± α	D ± β	A
LOW RAINFALL							
Sagata-Louga	Senegal	538	29.2 ± 1.8	12.6 ± 45	4.2 ± 2.0	5.6 ± 1.7	13
Djibo	Upper Volta 「注」2	567	28.7 ± 1.9	11.0 ± 53	3.4 ± 2.3	4.5 ± 2.3	14
Broome	Australia	550	5.5 ± 0.5	0.2 ± 550	1.5 ± 1.5	0.5 ± 0.5	100
Derby	Australia	621	4.0 ± 1.0	0.3 ± 230	1.0 ± 1.0	0.5 ± 0.5	100
MEDIUM RAINFALL							
Kidira	Senegal	752	26.6 ± 1.7	17.9 ± 20	6.6 ± 2.6	6.6 ± 2.0	00
Boulsa	Upper Volta	751	24.7 ± 1.5	17.4 ± 20	5.1 ± 2.4	5.8 ± 2.2	00
Mt. Surprise	Australia	799	0.3 ± 3.5	6.7 ± 90	3.9 ± 2.1	3.8 ± 2.3	44
Burketown	Australia	759	4.4 ± 2.5	1.4 ± 200	1.3 ± 1.5	1.1 ± 1.2	100
HIGH RAINFALL							
Diolakoto	Senegal	956	24.4 ± 1.9	21.7 ± 18	9.3 ± 2.9	7.2 ± 2.0	03
Dedougou	Upper Volta	954	23.2 ± 1.5	20.5 ± 10	7.5 ± 2.3	6.0 ± 1.6	00
Katherine	Australia	952	50.4 ± 4.1	10.7 ± 65	4.5 ± 3.9	3.9 ± 2.5	30
Normanton	Australia	932	2.0 ± 2.3	6.1 ± 80	2.9 ± 1.9	2.0 ± 1.5	44
VERY HIGH RAINFALL							
Diouloulou	Senegal	1388	25.8 ± 1.8	21.3 ± 14	10.0 ± 2.7	6.3 ± 1.2	00
Niangoloko	Upper Volta	1331	20.5 ± 2.3	26.3 ± 11	10.5 ± 2.6	7.0 ± 1.7	00
Oenpelli	Australia	1360	50.1 ± 3.5	14.7 ± 42	5.7 ± 2.9	4.3 ± 2.4	05
Moreton	Australia	1362	51.4 ± 2.8	16.1 ± 31	6.4 ± 2.7	3.9 ± 1.7	00

「注」　1　Agro−Research for the Semi−arid Tropics ; North−West Australia.(1985)
　　　2　Upper Volta : Burkina Faso
　　　3　農業気候係数：　S－播種時の降雨週日数　±δ－同左標準偏差
　　　　　　　　　　　G－平均有効降雨期間　　±C－同左変異係数
　　　　　　　　　　　W－有効降水平均週日数　±α－同左標準偏差
　　　　　　　　　　　D－無降水平均週日数　　±β－同左標準偏差
　　　　　　　　　　　A－作物不作率パーセント（%）

２）オーストラリア、アフリカの半乾燥地の図上確認

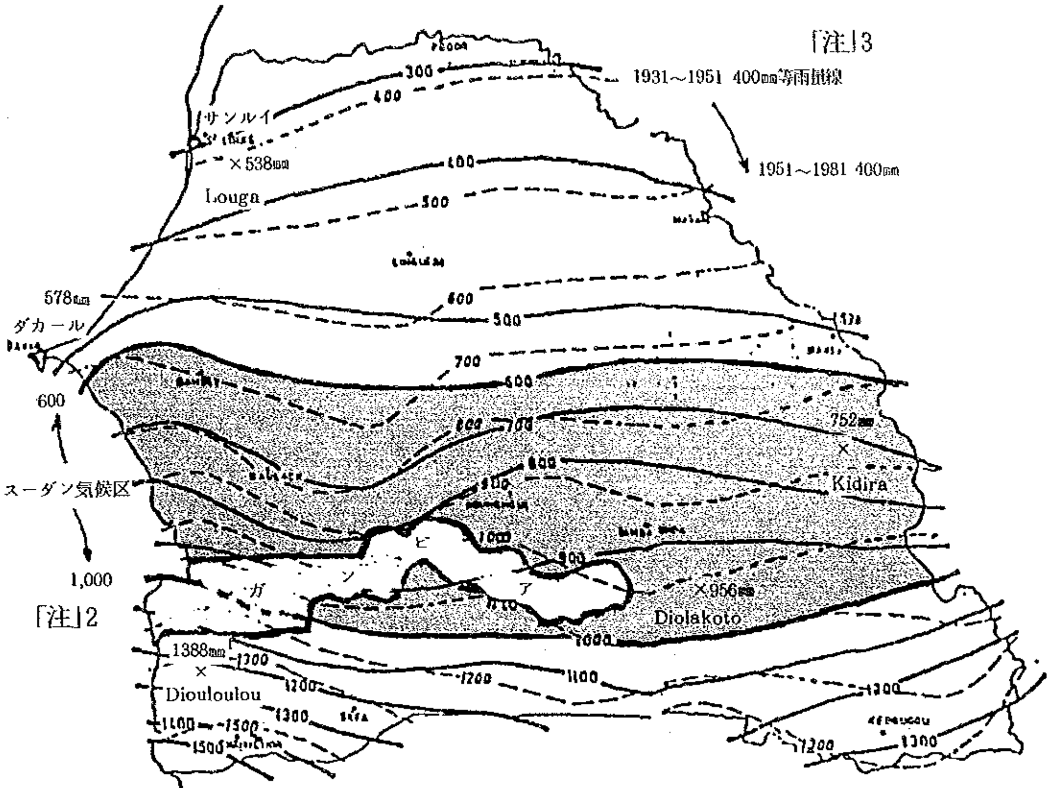
「表５－２」に選定された場所の位置を、年平均降雨量と等雨量線の入った地図上に記した。

a）スーダン気候区に属するのは、セネガル「図５－２」においては、Kidira（752ミリメートル）とDiolakata（956ミリメートル）、ブルキナファソ「図５－３」においては、Bonlsa（751ミリメートル）とDédougon（954ミリメートル）であり、オーストラリアでは、Burketown（759ミリメートル）、Mt.Surprise（位置不明）、Katherine（952ミリメートル）、Normanton（932ミリメートル）である。

西アフリカ調査では、ワガドク（841ミリメートル）とカヤ（687ミリメートル）の間には農業気象上はきびしい差があると認められたが、今回の調査でのカサリン（952ミリメートル）は確かにワガドク地域に準ずると言い得る。

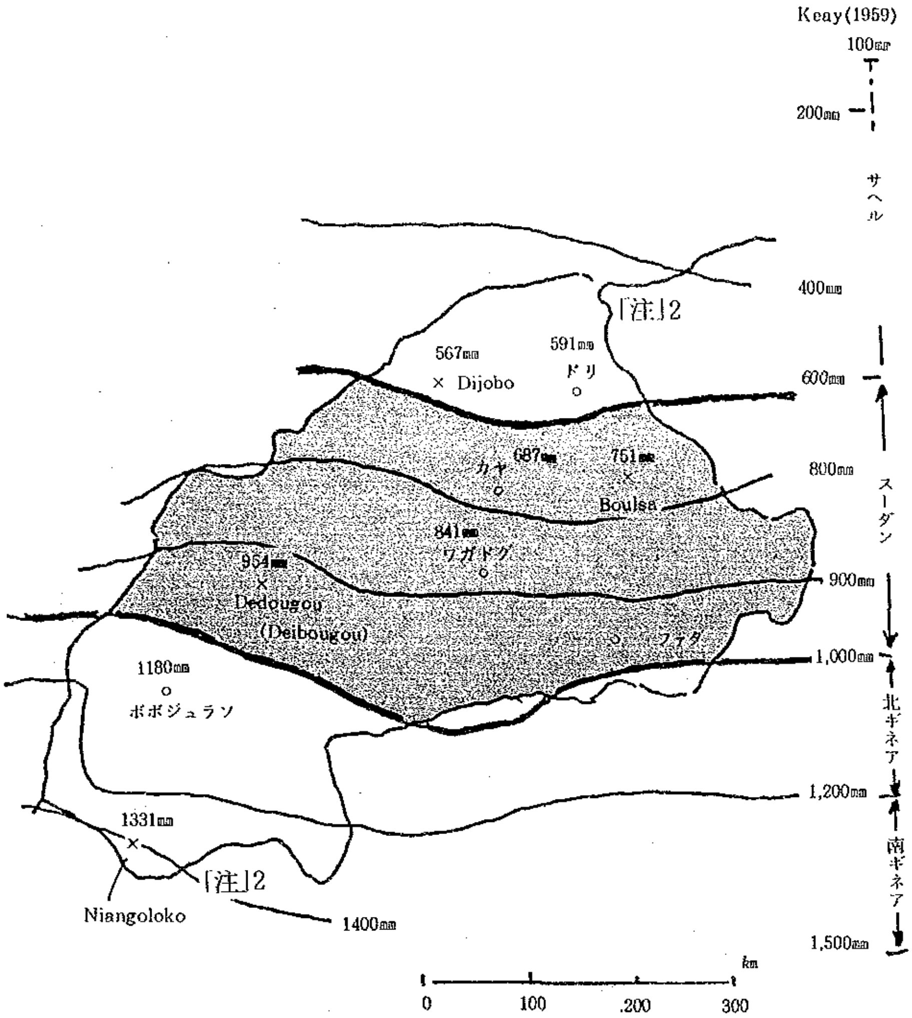
ただし、作目としては、ブルキナファソのドリ（591ミリメートル）、Dijobo（567ミリメートル）は遊牧民地帯であり、オーストラリアのBroome（550ミリメートル）、Derby（621ミリメートル）が如何であったかは確認できなかった。

図5－2　セネガルの年平均降雨量（㎜）と等雨量線　「注」1



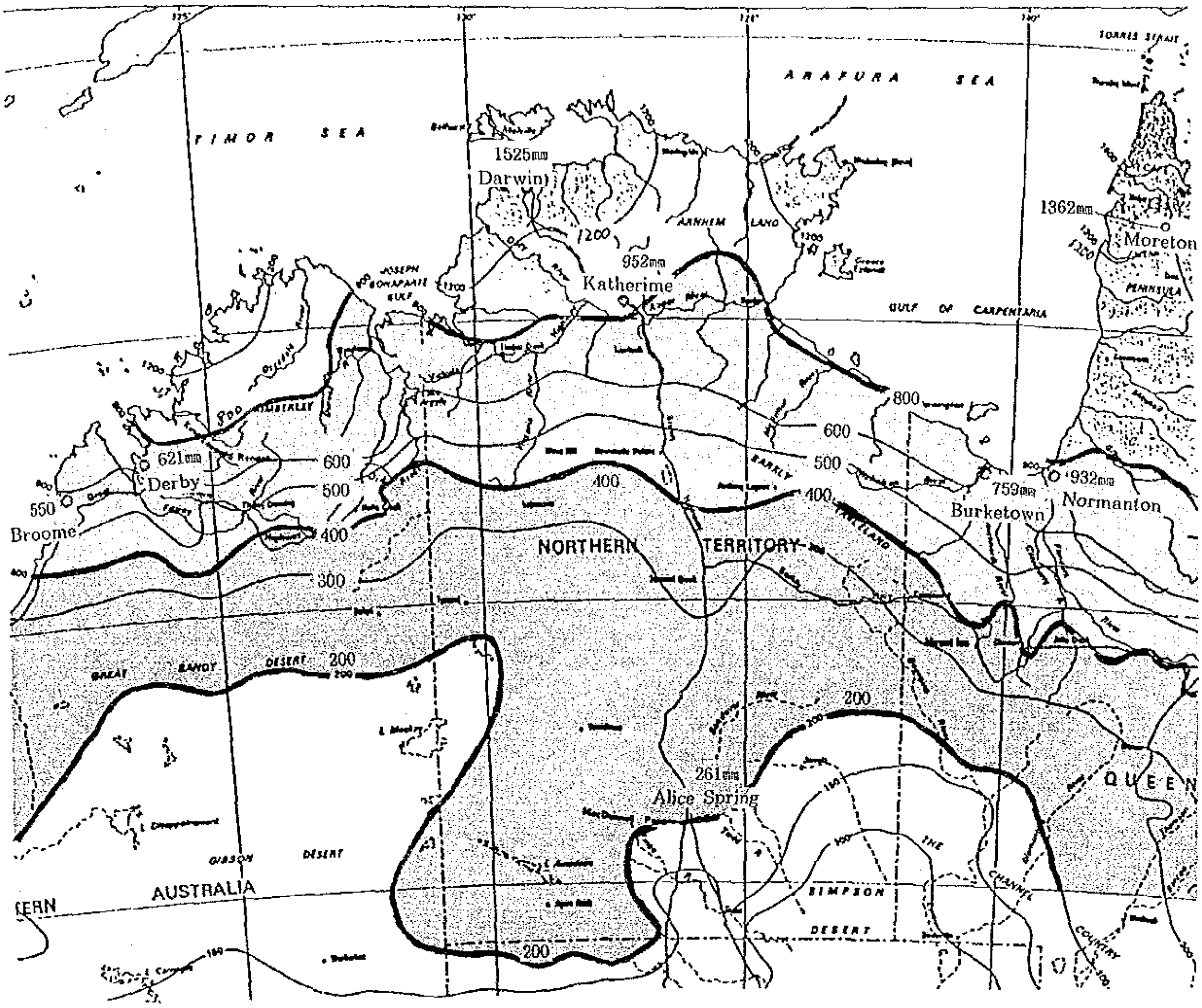
「注」1　Nouvelle politique-agricole, Amexes 1984
2　スーダン気候区　平均年降水量　600㎜～1,000㎜
3　等雨量線の移動
1931～1951 年の等雨量線「------」は
1951～1981 年の等雨量線「―――」となり
等雨量線の南下により少雨量地帯が拡がりつつある。

図５－３　ブルキナファソの年平均降雨量（mm）と等雨量線　「注」1



「注」1　Les Atlas Afrique "Haute-Volta"
　　2　雨季　Dijobo　　　６月１６日～１０月９日
　　　　　　Niangoloko　４月２５日～１０月５日

図５－４　オーストラリアの年平均降雨量（mm）と等雨量線　「注」



「注」　Atlas of Australia Resources; Climate, 1986

(3) 総　括

オーストラリアは南半球にあり、北部の熱帯半乾燥地がアフリカ・サヘル地域に類似しているとの予測は、今回の調査により確認することが出来た。

クイーンズランド州第１次産業局は、研究のBriefingにおいて対アフリカとの関係を次の如くまとめている。

a）気象はアフリカの多くの地域に類似性をもつ。

b）対アフリカTraining CoursesのFAO Adviserをつとめている（Dr. Barry Walker）。

c）穀粒作物生産について、熱帯のDryland condition下におけるSimulation modelsを開発している。

d）草地について、草種導入の生態条件の１４の植生分類はすべてアフリカに類型がある。

e）土壌保全について、激しい夏季台風による土壌侵蝕対応はアフリカにも類似の問題がある。

f）家畜、特にめん羊の環境対応性、特に耐暑性の研究について、Brahman cattleを用いての研究がアフリカに応用できる。

今回は、半乾燥地における農業生産、土壌保全、草地造成、管理の問題に焦点を置いたが、アフリカ半乾燥地との類似性をチェックしながら研究開発が進められている状況が明らかになった。

5－1－3　土壌保全　（Soil Conservation）

(1) 土壌侵蝕のカテゴリー

土壌侵蝕には、降雨により表土ならびに土壌中の有機、無機養分が流亡する「水蝕」と、空気が乾燥して土壌が乾いている状態で季節風が吹いて土壌が飛散する「風蝕」とがある。

1）水蝕の様式

降雨による雨流が土壌をたたく作用と、地中に浸透せずに地表面を流去する水が土壌を削りとる作用とがあり、両者が組み合わさると激しい「水蝕」を起こす。水蝕の型は3区分される。

a）面状侵蝕（Sheet erosion）

広い範囲にわたって雨水が地表面を膜状をなして浅く広く流去して土壌侵蝕を起こす型で、傾斜のゆるやかな平面状の畑地に多い。

b）雨裂侵蝕（Rill erosion）

雨水により畑面に深さ数センチメートルから数十センチメートルの不規則な小溝が生じ、雨水が小溝に沿って流去するために生ずる侵蝕で、小溝が何列も数多く生ずる。

c）峡谷侵蝕（Gully erosion）

Rill erosion を起こした小溝が幅を1メートル内外拡げ、底を1メートル内外深くして心土に達するようになると、雨水が集まって多量に流亡し、次第に峡谷型の大きな溝に発展する侵蝕である。

雨水が10分間の最大降雨量2〜3ミリメートルの場面から水蝕が生ずると言われ、土壌条件が加わって土壌侵蝕が生ずるわけで、降雨量が年250〜500ミリメートルであっても雨季に集中するため半乾燥地での降雨で侵蝕が生ずるのである。

(2) オーストラリアにおける土壌侵蝕

オーストラリアでは、1788年以来の開拓において、天然低木林マリー（Mallee）を伐採し、焼き払った後、耕耘により小麦作を中心とする穀倉地帯を造成してきたが、その後次第に耕土の崩壊〜塩類集積〜Gully侵蝕〜飛砂現象を生じてきた。各地における土壌侵蝕は次の如くである。

1）ノーザンテリトリー州

年平均降雨量：北部海岸地域1,525ミリメートル（ダーウィン）から内陸部にかけて南下するにつれ644〜362〜261ミリメートル（アーリースプリングス）と減少する。

1869年入植が始まり、第二次大戦後に大規模な開発が進められ、人口増加政策と農牧業推進政策が進められた結果、「砂漠化現象」、洪水による「土砂集積現象」があらわれている。

2）クイーンズランド州

年平均降水量：a）熱帯圏東海岸地域1,729ミリメートル（バマガ）から南下するに従って2,225ミリメートル（ケアンズ）、3,637ミリメートル（ゴードンベール）、949ミリメートル（タウンズビル）と減少する。

b）亜熱帯圏東西地域1,053ミリメートル（ブリスベーン）〜564ミリメートル〜486ミリメートル（バーカルディン）と内陸部にかけて減少する。

熱帯、亜熱帯を抱える気候地帯では、熱帯性低気圧がしばしば襲来し、グレートディバイディング山脈（Great Dividing）の東麓のサトウキビ、パインアップル、バナナ園においてGully侵蝕をはじめとする土壌侵蝕が極めて広範囲に発生している。

3）西オーストラリア州

年平均降水量：960ミリメートル（パース）〜718ミリメートル〜258ミリメートル（ウイルナ）と東北方向内陸にかけて減少する。

平均年降水量300〜500ミリメートルの小麦+めん羊地帯は冬雨地帯であるが、塩類集積により地下水の塩分が6,000㎎/ℓ〜40,000㎎/ℓの濃度を示し、塩傷地（Salt Scald）と称せられる裸地が生じている。

すなわち、自然林を伐採した天水畑半乾燥地域では、自然林の直根により地下水位を低くおさえていたものが、それがなくなり代って小麦の浅い根により地下水位の上昇、塩類集積となったもので、さらに覆流水の傾斜地流下による端末塩類運搬集積の現象が起こっている。

4）南オーストラリア州

年平均降水量：576ミリメートル（アデレイド）〜321ミリメートル〜134ミリメートル（マレー）と北上して内陸部に近づくに従って減少する。

平均年降水量300〜400ミリメートル地帯の自然林（Mallee）が伐採された耕地では、1930年頃までは問題とならなかったGully侵蝕が1940年頃から裸地化した農耕地へ、日雨量50ミリメートル以上の集中豪雨により広範囲に発生した。

峡谷侵蝕（Gully erosion）は、農地の分断、農作業、家畜の移動に支障をもたらすとともに、土壌侵蝕をさらに進めさせた。

5）マリー河（River Murray）流域の飛砂現象

砂丘が分布する年平均降水量250〜400ミリメートルの半乾燥地であるが、本格的入植が20世紀に入ってから行なわれ、大型機械開墾、耐旱性小麦の育種、穀物栽培、休閑地の輪作、過燐酸石灰の施用などが採用され、当初の小麦収量539Kg／haが、1983年には1,716Kg／haに達している。

しかし、植林地の伐採、家畜による過放牧、ケモノ道、機械耕作などが土壌を保護していた植生の生育を妨げ、裸地化、飛砂現象の発生となっている。

(3) 土壌侵蝕防止

1）塩類集積防止

a）樹木植栽

塩類集積を低くおさえるための樹木植栽は、現状20〜40パーセントでは不充分で、75パーセントとするのが望ましいとされているが、1戸平均1,000ヘクタールの経営面積では実現困難である。「注」

b）樹木と穀類の間混作

穀類生産を確保するため、間混作の樹木は家畜の食害を防ぐための防護柵、耐塩性樹木の植栽などが併せて行なわれている。

「注」：1960〜62年調査　：1戸平均829ヘクタールの場合、穀類24パーセント(その中では小麦18パーセントを含む)、樹林地9パーセント、放牧地63パーセントとなっている。

c）排水溝の設置

塩傷地では、地下水位をおさえるため深さ2メートル或いはそれ以上の排水溝の設置が行われる。問題点は排水溝の間隔を狭くして塩害の軽減を図ることと、農作業に支障を来たすこととの調和、および塩分を含んだ排水を河川に流すことによる河川水の塩分含量の上昇である。

d）吸水堤（Absorption Bank）の設置

斜面に等高線沿いに浅い溝を掘り、土を斜面下方側に寄せ、堤を造成することにより、地表水や覆流水を遮断し、塩類集積、土壌侵蝕防止を図る。

2）飛砂現象の防止

a）農地開発にあたり農地保護地域を設定する。

b）飛砂地帯の周囲に防風林、防砂林を設置する。問題は、植栽した樹木を保護している根際の草類を放牧家畜が食採することである。

c）輪作間隔の延引、すなわち輪作草地を3～4年とし、その間、放牧地に利用する。

d）ブルトーザによる土壌鎮圧、飛砂の堆積地へライグラス（Rye grass）またはマラングラス（Marran grass）による被覆を行なう。

3）土壌水蝕防止

a）峡谷侵蝕防止

① 土木的防止：侵蝕が浅い場合は埋めもどし、またはその地点に排水溝を設置する。深い場合は、ゆるやかな斜面に埋めもどし、樹木、草などを植栽するか、または溜池を設置する。

② 栽培技術：保全栽培法（Conservation Cropping Technique）の詳細は後記するが、等高線栽培（Contour Cultivation）として、穀粒作物と休閑草地を等高線に輪作する方法、および冬作物と夏作物を畑地斜面に上方から下方にかけて交互に配置する作付交替等高線栽培（Strip Cropping）の採用である。

4）クイーンズランド州における土壌保全に関する研究

a）降雨条件と流去水および土壌流亡量

チャールビル草地研究室（Charlville Pastral Laboratory）の土壌資源支所（Land Resources Branch）のムルガ試験地（Mulga Site）では年平均降水量450ミリメートルの条件下で、3パーセントの傾斜の80,000平方キロメートルで30パーセントに面状侵蝕がみられるステップ植生地における降水量、流去水量、土砂流亡量の測定を行っている。

b）等高線堤防（Contour Bank）の造成

ワーウィックのハーミテージ試験場(Hermitage Research Station)において、年降水量725ミリメートルの条件下で侵蝕防止の土堰堤造成の研究と農家圃場における施行が進められている。

土堰堤は傾斜圃場にブルトーザーで土寄せ(幅2〜3メートル、深さ数十センチメートルの土による)を行ない、等高線沿いに土堰堤と浅い溝を構築、表面を草で覆う工法である。

5) アフリカ・ブルキナファソにおける面状侵蝕(Sheet erosion)防止

a) カヤ地区(年降水量687ミリメートル)は、比較的平坦な地形であるにも拘わらず、雨季に襲来するスコールのため流去水による面状侵蝕があり、堤防(Digue-Rige)を構築して、①流去水の流速のてい減、②土壌の流亡防止、③水の貯留を図っている。

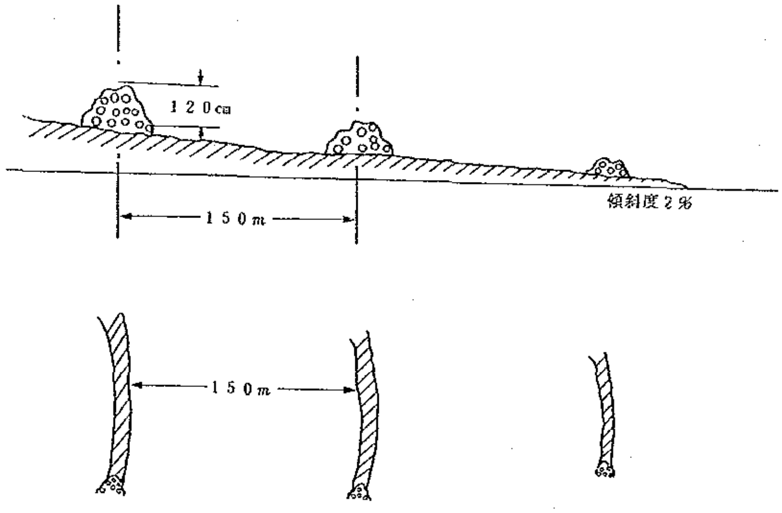
この設計には、IITA、ICRISATより派遣されている研究員がたずさわり、傾斜度2%程度の地域で、高さ80〜120センチメートル、間隔40〜50メートル(土)、または150メートル(石積)の堤防を構築するものである。

「OXFAM」の研究費によるものであるが、等高線と直線との2型、堤防に取水堰(水落し)を設置した点でオーストラリアより一段とキメの細かいもののようである。(「図5−5」参照)

図5−5　土壌侵蝕防止

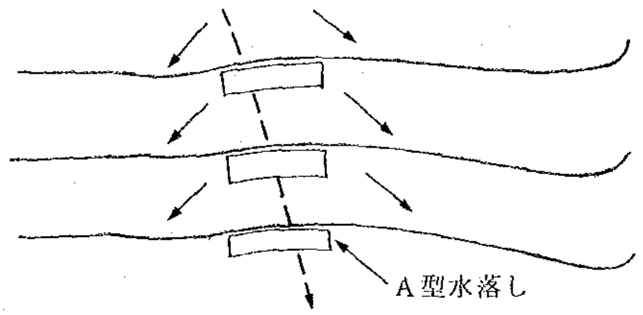
(アフリカ・Sheet Erosion)

(1) 平坦畑の〔堤防型　ディグDigue〕



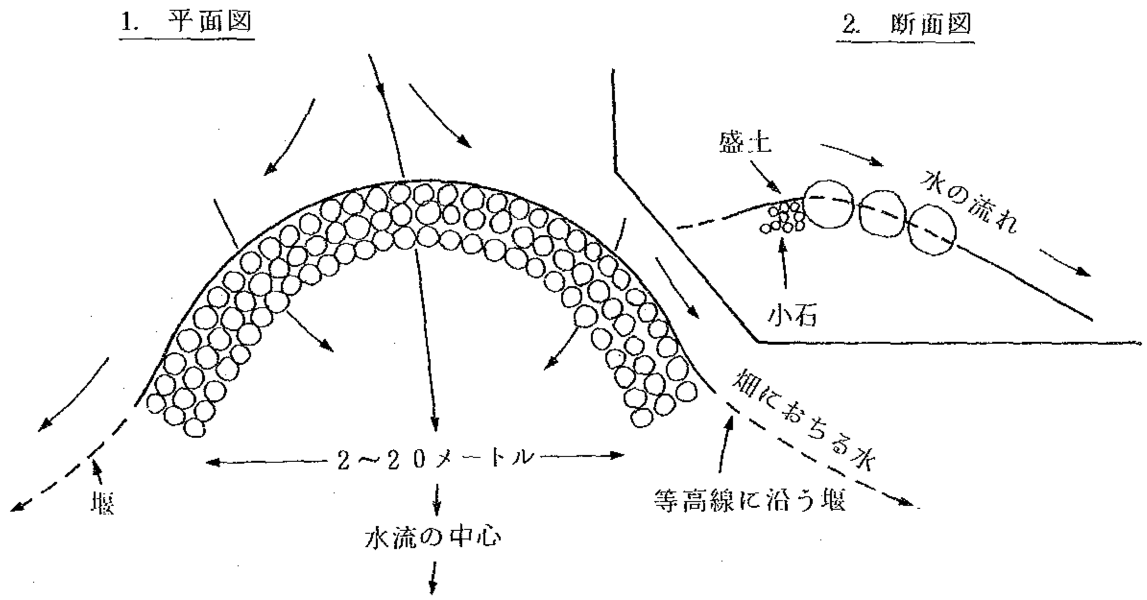
〔ブルキナファソ・カヤ地区〕

(2) 水の配水方式　A型　略図



等高線に沿って作った取水堰（水落し）　A型

〔水路が浅く小さい場合－深さ1 *m* までの凹地〕



「注」 La Gestion des Eaux de Ruissellement (ジェスティロン オ ルュイセルマン)　1984

水の流れの管理

(Burkina Faso)

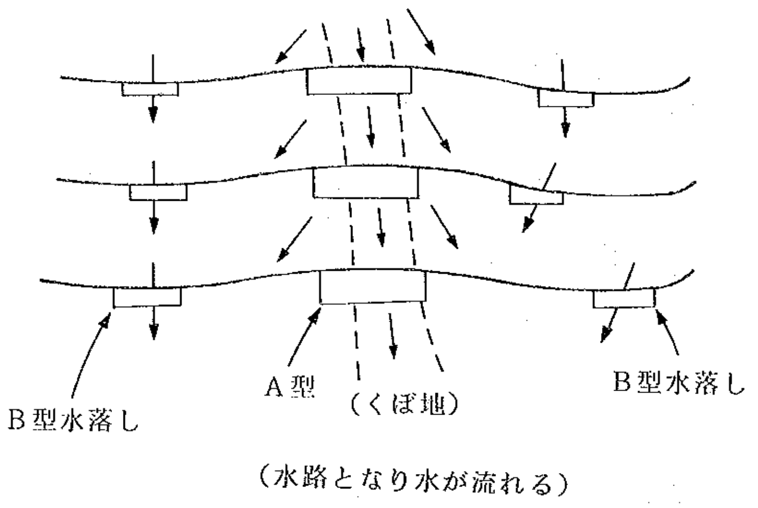
OXFAM :

Project Agro/Forestier

Province du YATENGA

ORD/ YATENGA

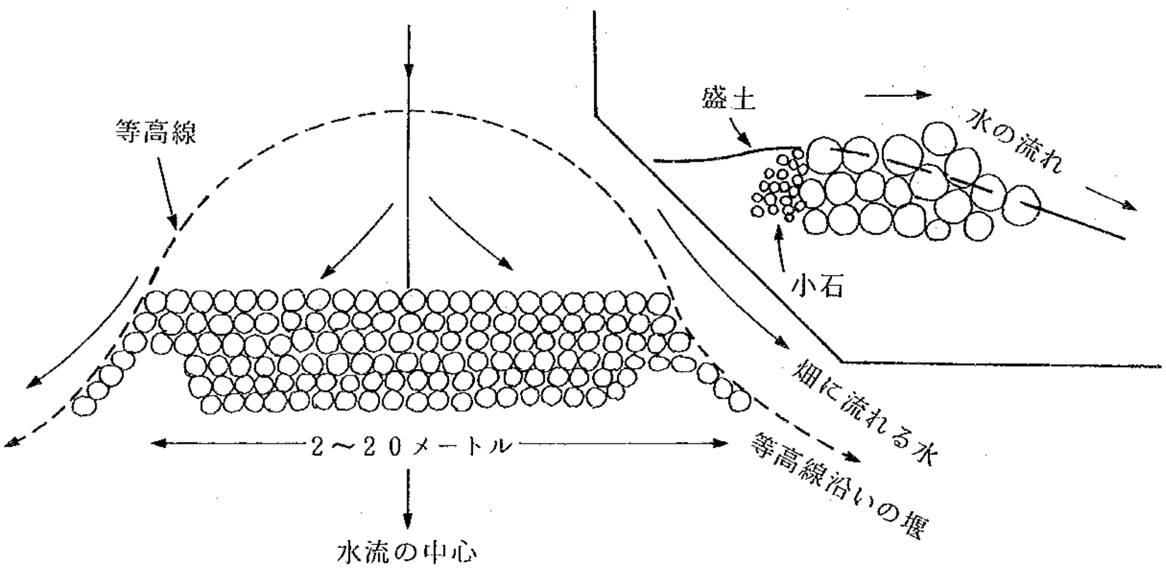
(3) 水の配水方式 B型 略図



一直線に作った取水堰（水落し） B型
〔水路が深く大きい場合〕

1. 平面図

2. 断面図



6）階段畑（Bench Terracing）の造成

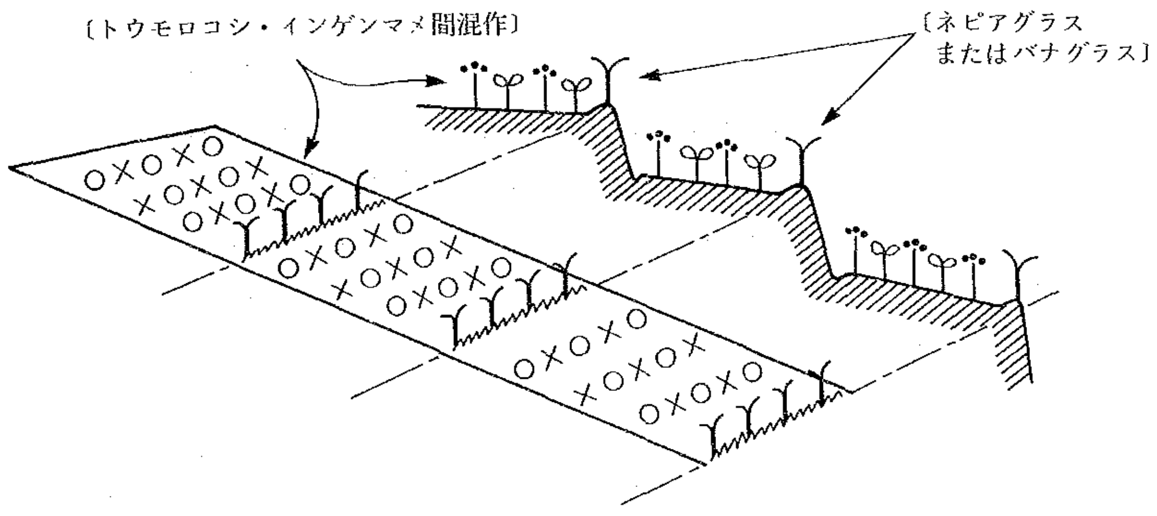
オーストラリアにおいても、土壌侵蝕防止に階段畑の造成についてふれている。しかし、広大な面積を保有する国において、この方式の採用は疑問であり、現地を見ることはできなかった。

a）アフリカ・ケニアにおける階段畑の造成

傾斜の急な畑における侵蝕防止に対して階段畑 (Bench Terrace)の造成が行われている。すなわち、傾斜畑に対し、等高線状にベンチテラスを構築し、テラスのふちには青刈飼料作物、ネピアグラスまたはバナグラスを植栽し、補強を図ると共に家畜青刈飼料作物に利用している。（「図5－6」参照）

図5－6　土壌保全防止
（アフリカ・Gully Erosion）

傾斜畑における階段畑（Bench Terrace）造成



「注」ケニア・マチヤコス農業の例

5－1－4　新作物（New Crops）、新品種の導入及び開発

オーストラリアでは、南部の主作物は麦類で、これを支える豆科牧草は地力維持と土壌保全作物としての任務および、肉牛、めん羊の飼料としての位置を持っていた。

しかし近年、肉牛の価格低下は、南部では「小麦＋肉牛」の組み合わせで豆科牧草減反、小麦作の増反、これを補完する冬作の豆類の増反の方向を、北部では自然草地の上に展開した肉牛生産から半乾燥地熱帯作物の開発導入の方向を、それぞれとらざるを得なくなってきている。

このため、熱帯、亜熱帯をもつノーザンテリトリー州、クイーンズランド州においては、半乾燥地熱帯作物の開発、すなわちNew Crops の導入と開発をとりあげ、大豆（Soybean）、緑豆（Brack gram）、ササゲ（Cow pea）、キマメ（Pigeon pea）および胡麻（Sesame seed）、落花生（Peanuts）、インゲンマメ（Field bean）、子実用ソルガム（Grain sorgham）などの新たな発展を目指している。

また、地中海型気候帯をもつ南オーストラリア州、ビクトリア州では、肉牛対策として草類の減反、麦類の増反と共に冬作豆科作物の改良、さらにヒヨコマメ（Chick pea）、エンドウ（Field pea）の開発・改良による新作物導入に取り組んでいる。

(1)　夏作物

1）落花生（Peanuts）

クイーンズランド州の作付面積 29,200 ヘクタール、子実生産高 14,000 トン（ 1.40 t／ha）は 1985／86 年の統計であるが、北部のアセルトン台地（Atherton Tableland）において子実 14,000 トンの新たな生産が認められている。

「Atherton Tableland」は熱帯圏東海岸ケアンズ（Cairns） の西部にある台地で、1986 年 2 月 1 日の甚大な台風被害を受けるなど、台風常襲地であることから、地下作物の落花生をとりあげたものとみられる。

2）インゲンマメ（Field Navy bean）

クイーンズランド州は 1985年、8,500 ヘクタールの作付に対し、土壌水分の不足が播種期をおくらせ、子実収量 7,700 トン（ 0.91 t／ha）が見込まれているが、増反には苦労している。

3）子実用ソルガム（Grain Sorghum）

クイーンズランド州は子実用に力を入れ、病害抵抗性一代雑種、系統を育成し、Hermitage およびBiloela 試験場で両親自殖系統原々種の生産をすすめ、これらを種子生産者へ配布している。

子実用ソルガムは新作物とは言えないが、半乾燥地域での生産を拡大しており、作付面積279,961ヘクタール（1978／79）は 608,000 ヘクタール（1984／85）と 217パー

セントの増反であり、オーストラリア各州中では第1位の生産州である。

また、トウモロコシについても、34,122ヘクタール(1978/79)が67,300ヘクタール(1984/85)と197パーセント増反し、オーストラリア各州中では第1の生産州である。

4) キマメ(Pigeon pea)

熱帯、亜熱帯での緑肥作物であったが、研究の結果、子実生産が可能との見通しを得たことにより、将来の発展を意図している。

(2) 冬作物

1) ヒヨコマメ(Chick pea)

冬作豆類として将来性ありとされているが、実際の生産については、市場動向などを十分把握するなどの慎重さが指摘されている。

ヒヨコマメの育種については、現在の奨励品種、Tyson(desi)、Opal(Kabuli)、Dooenなどがあるが、さらにICARDA(国際乾燥地農業センター)、ICRISAT(国際半乾燥熱帯地作物研究所)などより因子導入を図り、酸性土壌への適応性系統について選抜をすすめている。

2) エンドウ(Field pea)

地中海(Mallee)型気候帯(平均年降水量300ミリメートル)、アルカリ性(PH 9～10)の砂質土壌から南部地域(平均年降水量600ミリメートル)、酸性土壌(PH 4～5)まで栽培可能地域を拡大しつつある。

品種として、早生Dundale は少降水量地帯、中生Dunは多降水量地帯向けとして育成されている。

(3) その他

a) Lupins

1970年代よりWimmeraのアルカリ土壌地帯の緑肥作物として導入、白花種の育成、含有蛋白量(25%)の利用などの開発をすすめている。

b) Lentiles

適品種がなくて栽培されなかったが、1985年よりICARDAより6系統を導入し、ホーシャム試験地で試験中である。

c) Faba bean

豆科作物の中で僅かに1～2%が湿潤土壌地帯で栽培されていたが、1986/87の多雨年にその適性が認められたので、北東部(Horsham、Wimmera、Rutherglen)および南西部(Balmoral)で試験が行なわれている。(「図5－7」参照)

d) Cow pea

排水良好を好むので、海岸地帯の飼料作物、緑肥作物として利用されているが、子実生産については世界市場性がないなどの問題があり、研究段階である。

図5－7　ビクトリア州における地域別試験地

REGIONS OF VICTORIA

District trials 1986/87

Field peas ×

Chickpeas □

Fababean △

Breeding nurseries o

(1) Plant Breeding Centre, Horsham

(2) Mallee Research Station

(3) Rutherglen Research Institute

(4) Traynors Lagoon

(5) Woomelang

(6) Balmoral

(4) シュミレーション手法（Computer-simulation models）

オーストラリアは広大な面積が対象であるため、現地試験には限界があり、研究成果、すなわち、各作物の新品種、開発された新技術の地域適応性についてSimulation models を用いている。

すなわち、各作物について生態解析を行ない、生産可能な温度、日長、乾湿、地力などの条件を明らかにしてコンピューターに入力し、生長のモデルを作り、他方対象地域についても経度、標高、気象条件、土壌条件などを明らかにすることにより、品種、栽培技術など適応可能な地域を探索するシュミレーション手法の採用である。

このことはクイーンズランド州、南オーストラリア州、ビクトリア州の試験機関「注」においても指摘されたもので、今後はこれを拡大して、アフリカなどにおける重要作物、グレインソルガム、豆類（Field beans、Peanuts、Pigeon pea）などについてもSimulation modelによる適応性の検討が望まれる。

特に、オーストラリアでは重要視されていないが、アフリカでは重要作物のミレット（Pearl millet）、ササゲ（Cow pea）などの研究強化が望まれる。

「注」：ホーシャム作物研究所におけるSimulation Modelについて

当モデルは、気象、地域、栽培管理の効果と相互作用に反応する作物の生育、収量のSimulation Modelをすすめている。

Sub modelは3つあり、水のバランス、有機物の集積と配分、Phenological developmentの決定である。

5－1－5　半乾燥地における農法(1)　(Farming System)

(1)　保全農法（Conservation Farming Systems）

南オーストラリア州農業局は、半乾燥地における天水農法について「保全農法」(Conservation Farming Systems)」として技術体系図を作成している。（「図5－8」参照）

1）Fallow Length

耕起は「Zero」が望ましく、「Direct Drill」として耕起整地なく前作後直接ドリル播をする。また、「Short fallow」は各作収穫後直ちに耕起すること、「Long fallow」とは春まで待って耕起することである。

2）Weed Control

除草はFallowによるか、除草剤によるか、耕起法（Tillage）を種々工夫するかであるが、除草剤利用のChemical Fallowによる不耕起が望ましいとしている。

3）Rotation

作物と牧草との輪作を第1とし、作物残渣を残し、地力維持に留意する。

4）Equipment

農業機械は播種前、播種、播種後処理作業の中で、Fallow作業としてChemical fallow（除草剤利用、小麦作収量9t／ha）、Conventional fallow（牧草後地の耕起）、Bladed fallow（刃の薄いPloughで雑草を根際で切断する程度、小麦作収量10t／ha）などが検討されている。

5）Handling Residue

作物残渣の処理は、集束して収納するか、畑地に残し地面を被覆することで土壌侵蝕防止とするかである。

6）Fertility

物理的、化学的、生物的側面がある。

7）Computer Models

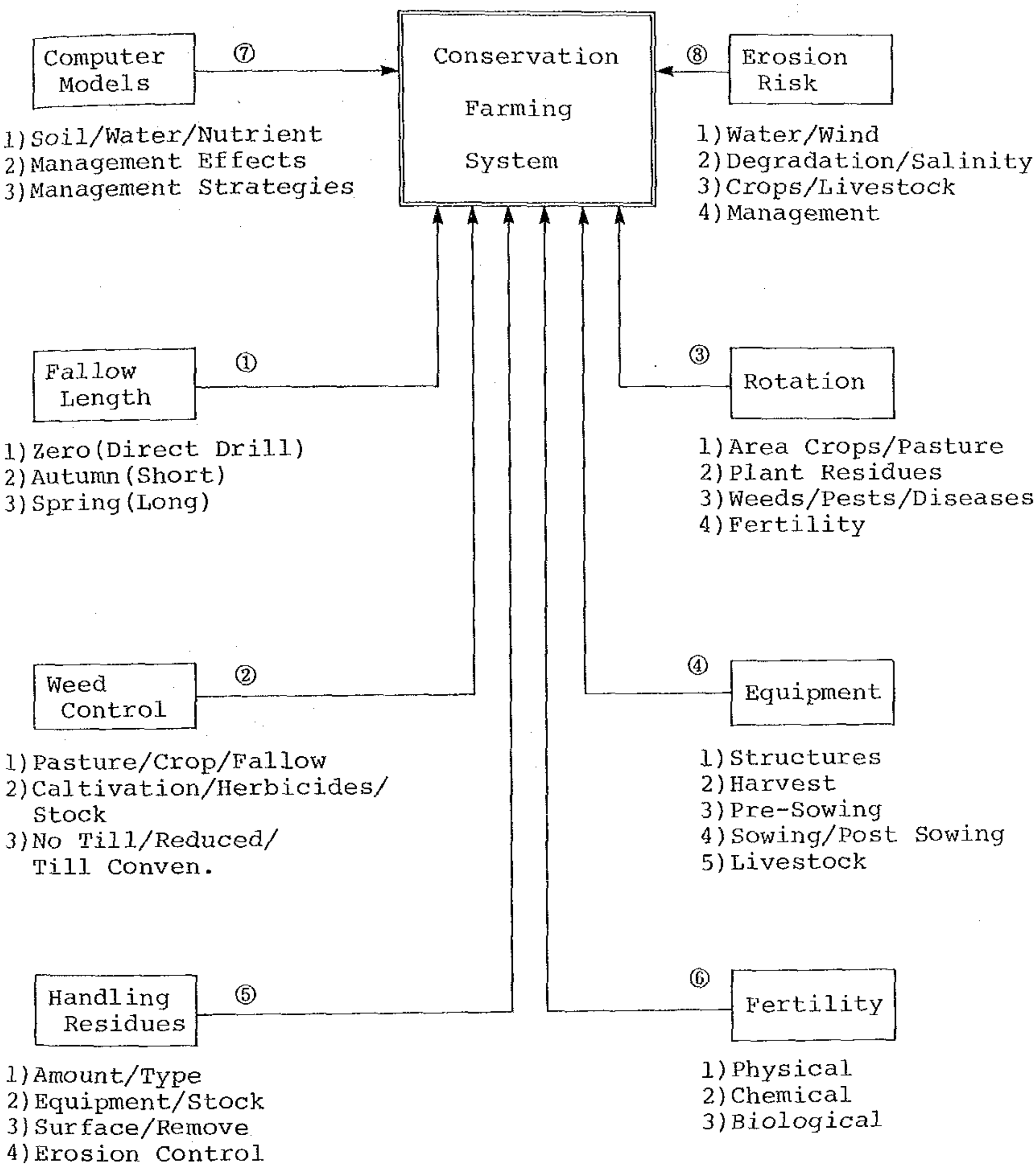
土壌、水、肥料について、栽培管理による効果をSimulation Modelで解析する。

8）Erosion Risk

水害、風害、塩害などの土壌侵蝕は乾燥地農業に不可避であり、作物生産、家畜管理に共通する留意事項である。

図５－８　オーストラリア南部におけるFarming System

(Turretfield Research Center)



(2) 耕起システム(Tillage System)

半乾燥地農法の第1は土壌水分を努めて長く土中に保持するための耕起システム:「図5－8」①Fallow Length－Zero Fallowと②Weed Control－No Tillageの技術と、他方雨水による土壌流亡を防ぐための切株を地表面に残す⑤Handling Residuesがある。

このため、播種前の耕起を行なわず(No tillage)、または浅い中耕(Reduced tillage)にとどめ、前処理のない播種(Direct drilling)が検討されている。これに関しては次の通りである。

1) ホーシャム作物研究所(Horsham Crop Research Institute)では「今後の農法」に次の事項をあげている。

a) 耕起(Cultivated fallow)の減少、除草剤利用(Chemical fallow)および刈株残しての播種(Stubble sowing)を増加する。

また、肉牛の価格低下に対しての対策と思われるものは、

b) 作物栽培面積増、牧草面積減、ただし草地管理の改善により草地の収養力を向上し、家畜数は現状維持を図る。

c) 小麦以外の作物栽培面積の増加(ネマトーダ対策)

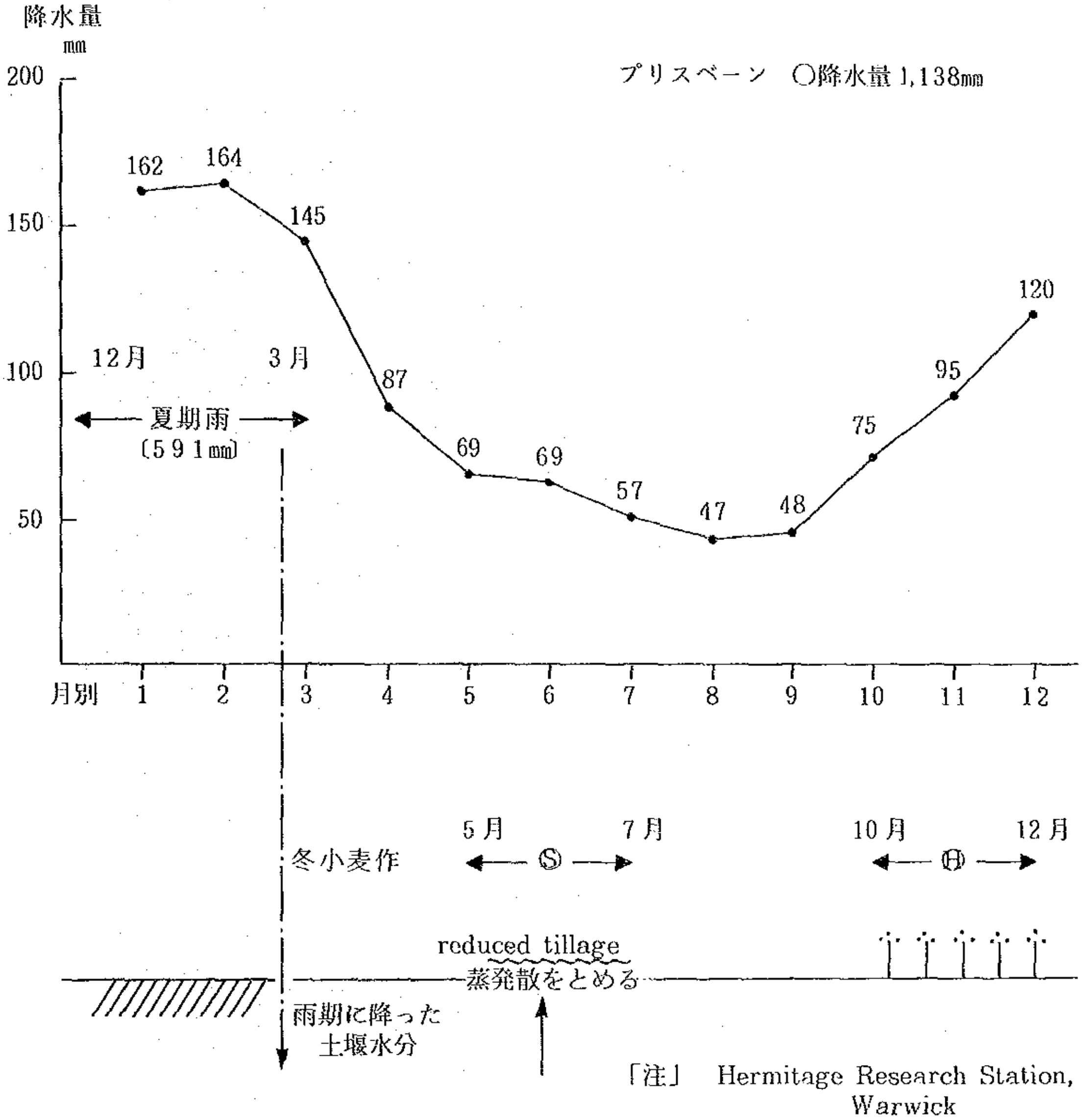
などである。

2) クイーンズランド州における小麦作(「図5－9」参照)

夏雨地帯での小麦作では、夏期(12月～3月)の間に降った降水量、例えば、ブリスベーンでは年間降水量1,138㎜中、12月～3月の591㎜を4月以降努めて長く地中に保持して小麦に利用する技術で、これが減少耕起(Reduced tillage)である。

すなわち、乾季に入って地表面を軽く中耕して毛細管を遮断し、土壌水分の蒸発を抑制することである。

図5－9　クィーンズランド州における小麦作(Reduced Tillage)



(3) アフリカにおける栽培技術

1）西アフリカ・ブルキナファソの不耕起穴播き栽培（Pocket Zay）

（「図5－10」参照）

年降水量500㎜地帯では、雨季に入れば努めて速やかに播種を終了し、雨水の有効利用を図るため不耕起栽培が行われている。すなわち、不耕起の畑地に「ダバDaba」という手鍬で植穴をあけ播種する方法で、植穴にたまった水が発芽を助ける働きもする。

2）西アフリカ・ブルキナファソの方形畦播き法（Tied Ridge）

（「図5－11」参照）

不耕起とは言えないが、播種溝を幅0.7～0.8メートル、長さ1～2メートルの長方形の低床で成畦し、雨水が畦幅に長く保持出来ることにより生育期間を長くする方法である。

ブルキナファソ駐在の国際熱帯農業研究所（The International Institute of Tropical Agriculture－IITA）研究員たちの開発した技術で、成畦機の試作も行っているが、a）土壌が瘠薄であれば水があっても増収には結びつかない、b）逆に多雨であれば湿害のおそれが生ずる、と問題を残している。

図5－10　不耕起植穴播き(Pocket Zay)法

ブルキナファソ

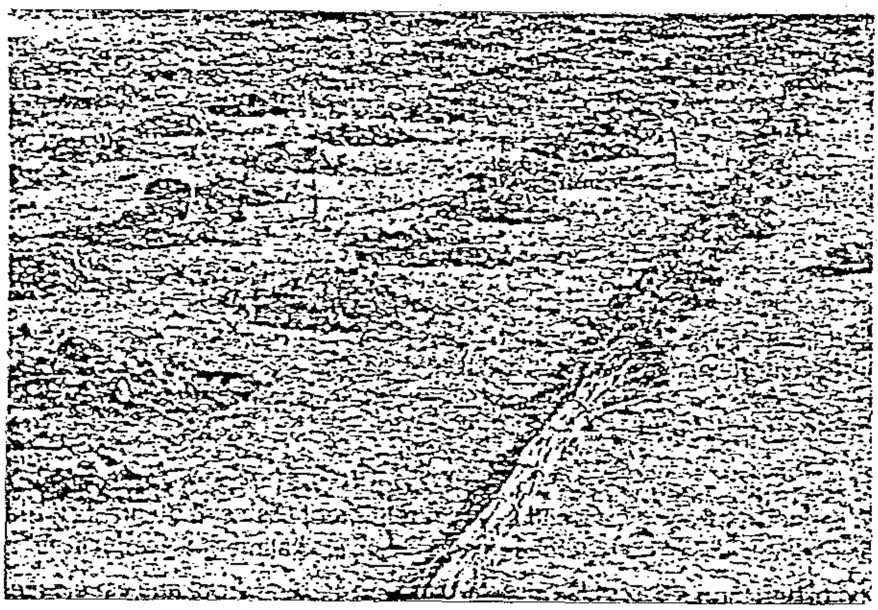
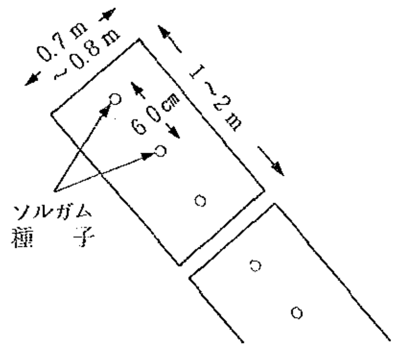


図５－１１　方形畦播き法　(Tied Ridge)



5－1－6 半乾燥地における農法(2) （Ley またはAlley Farming）

(1) 南オーストラリア州における「Ley Farming」

冬雨型（地中海型）気候の半乾燥地において、豆科牧草と穀粒作物の輪作体系を「Ley Farming」として確立している。

南オーストラリア州では、この農法を発展途上国を含めて同一気象条件の地域に種子、機械と共に技術輸出している。（これらの業務のための組織にSAGRIC International がある。）

1）Ley Farmingの技術問題

畑作地（Ley）は平均年降水量250～400㎜の半乾燥地のアルカリ性土壌では、豆科牧草としてBarrel（Medicago truncatual）、Harbinger またはMain Medicであり、イネ科牧草はWimmera ryegrassが栽培された。

また、平均年降水量350～400㎜の半乾燥地の酸性土壌では、Subterranium clover（Triforium subterraneum)であった。

輪作体系の穀粒作物は小麦が主体であるが、次の3体系が基本である。

a）小麦～草地～大麦～草地

b）草地～草地～草地～小麦（または大麦、または豆科作物）～大麦（またはエン麦）

c）クローバー～草地～小麦～小麦（または大麦）

すなわち、1～4年の草地が作付体系の中に入り、草地の長短は畜産の伸展と関係し、畜産不振の年は草地の維持年が短かくなる。

d）小麦～小麦の如く穀粒作物のみの栽培は少ないが、この場合の土壌生産力は1ケ年で減退する。

その他の問題点として次のことが挙げられる。

e）豆科作物の草地で、Spot Alfalfa、Blue-green aphids（アブラムシ）の被害が生じ、生産力が低下した場合は、1年性の豆科作物またはHunter Rive-lucernを作付する。

f）1960／70年代には、牧草地によって輪作穀粒作物に病虫害が伝播するおそれがあるとして、牧草地をやめて豆科穀粒作物（Grain Lupins）か油脂作物（Rape）を導入して成功したことがある。

(2) 北部熱帯地、亜熱帯地におけるLey Farming

1）半乾燥熱帯地における「Regume-ley Pasture」

半乾燥熱帯地は、「図3－2」および「図3－3(2)」に示した如く「自然草地＋肉牛」の土地利用が主体であり、過去に大規模作物生産を試みたことがあるが、社会的、技術的問題があり成功しなかったという。

カサリン研究所では、1978年より「Tropical Ley Farming」の開発を始めている。

このシステムは、雨季は自然草地での肉牛放牧であったが、乾季に入ると耐旱性豆科牧草地と作物収穫残渣による肉牛飼育をし、雨季には作物（トウモロコシ、ソルガム）を栽培する。その方法は、草地の牧草を除草剤により殺草した後に作物の「不耕起直播（Direct Sowing）」を行う。その結果、土中の牧草硬粒種子が作物発芽よりおくれて発芽し、土壌マルチと牧草利用（3年間）を可能にするものである。

Regume-ley pastureの効果は次の如くである。

a）豆科牧草の窒素（N）が後に播く作物に供給される。この場合、豆科牧草の1年が、後作に窒素50～70Kg／haを供給する計算になる。

b）除草剤殺草と不耕起直播

この場合、枯れた牧草マルチの後に発芽した牧草のマルチ（living mulch）が土壌温度と土壌水分を適当に保持し、作物増収に寄与する。

この場合、枯れた牧草をそのままにした不耕起の上に直接播種（Direct Sowing）する機械の検討が行なわれている。

c）作物とその畦間の豆科牧草の間作

既述の、牧草が除草剤により枯れた後に、土中の硬粒種子による再生牧草が作物の畦間に間作の形になり、作物収穫後草地になる。

2）Computer Simulation

この研究は1981年よりの圃場試験成果が大規模圃場に移した場合のRisk／Benefitsを明らかにするためComputer Simulationが計画されている。

Simulation Seriesはトウモロコシ、ソルガムおよび小麦などである。

3）豆科牧草によるliving mulch研究

豆科牧草に<u>Alysicarpus vaginalis</u>を用い、トウモロコシ区にliving mulchした場合の収量、収量構成要素を調査している。（「表5－3」参照）

すなわち、人工降雨施設により、トウモロコシ生育初期と後期に雨の不足状態を与えた時のliving mulch区とトウモロコシ単作区との比較である。

成果は、トウモロコシ作において、降雨が十分で単作の場合の収量は、1982／83年4.9 t／ha、1983／84年7.0 t／haであり、これを標準にした場合、living mulch区は1982／83年4.5 t／haとやや劣るが、1983／84年7.1 t／haとマルチの窒素(N)の効果がみられるのである。

表５－３　豆科牧草Alysicarpus vaginalisのliving mulchが降水条件を異にした場合のトウモロコシ収量に及ぼす影響

The effects of a 'living mulch' of Alysicarpus vaginalis on maize yield and components of yield following early or late water stress.

	1982-83			1983-84		
	Grain yield	1000 grain weight	Grain number	Grain yield	1000 grain weight	Grain number
	t/ha	g	no./hd	t/ha	g	no./hd
Early water stress						
(i) Maize inter-crop	4.0	215	18.4	5.6	265	20.9
(ii) Maize alone	4.3	251	17.2	5.1	259	19.8
Late water stress						
(i) Maize inter-crop	3.1	203	15.1	3.9	209	18.6
(ii) Maize alone	4.5	241	18.7	4.1	221	18.7
No water stress						
(i) Maize inter-crop	4.5	202	22.3	7.1	269	26.4
(ii) Maize alone	4.9	207	23.7	7.0	268	26.2

トウモロコシ品種：ＸＬ８２（中生種　120日種）

播種期：１月

収穫期：５月

栽植密度：単播　　70,000本／ha（75cm×19cm）

　　　　　牧草間作　30,000本／ha（75cm×42cm）

夏雨処理：降水量1,200mm／年

　　　　（No Water Stress）

「注」：Summary of the Current Research Activities at Katherine Research Station

4）南部と北部の畑草地農法（Ley Farming）

両地域の様式の差異は、南部は豆科牧草（MedicsまたはSubterranian clover）と麦類の輪作であるが、北部は豆科牧草にliving mulchとしての機能を与えることにある。このことは、南部の条件のきびしさを物語っている。

(3) 半乾燥熱帯地における「Alley Farming」研究

国際熱帯作物研究所（International Institute for Tropical Agriculture－IITA）が最初の研究を行った。すなわち、木または灌木（普通は生育の早い豆科作物）による数メートル間隔の畦によって形成したAlley（小径）に穀粒作物を栽培する農法で「Alley Farming」と命名したものである。

この農法の原型はナイジェリア（熱帯降雨林植生区）の農民による慣行農法－Bush Fallow Systemと同じ交互作である。

Alleyの目的は、土壌生産力の低下と土壌侵蝕を防ぐことにあり、畦を作る木または灌木は作物に日陰をつくらないこと、葉や小枝が土壌マルチとなり作物に対する栄養源となることである。

熱帯乾燥地におけるAlley Farmingは研究の段階で、1984年よりカサリン研究所がギンネムを用いて始めている。

また、ギンネムLeucaena Leucocephala以外はキマメ（Pigeon pea）、Sesbania、Caliandro、Glivicidiaなどがあげられる。

カサリン研究所における研究の目的は次の如くである。

a）Alley Croppingは熱帯湿潤地から始まったが、オーストラリアの湿潤から半乾燥熱帯地における土壌および気象条件との関係を明らかにする。

b）窒素の移動について、多年性豆科低木から間作の1年性豆科作物へ、または穀粒作物残渣から多年性豆科低木への移動をそれぞれ明らかにする。

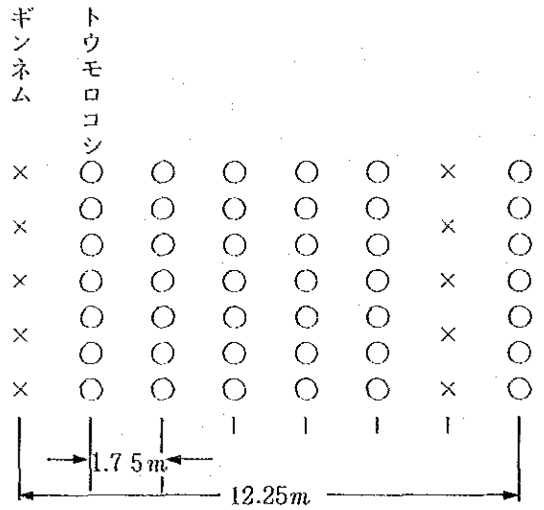
c）北部オーストラリアにおいて、Alleyに用いるギンネムの等高線畦の土壌保全機能の土堰堤との比較を明らかにする。

d）その他、ギンネム畦について、土壌条件、種子からの栽培における根瘤菌の必要性、植栽後の最初の乾季をすごす場面での雑草マルチの効果。

なお、カサリン試験地における試験区設計の概要を「図5－12」に示した。

図５－１２　Alley Farming 試験圃場

（ギンネム＋トウモロコシ）



ギンネム　（トウモロコシ　５畦）　ギンネム

窒素（N）ギンネムより　１５ Kg/ha
施肥量（３処理）Ｎ－０、４０、８０

「注」: A.L.Chapman:Evaluation of leucaena alley Cropping to improve soil fertility(1984／85) (Katherine Research Station)

(4) アフリカにおけるFarming System関係の研究協力

アフリカにおける各国の研究協力の状況を「Special Program for African Agricultural Research－SPAAR」事務局において、各国より報告を求めて整理するという調査が進められている。

この中間報告によれば、棉：1946年、ミレット改良：1968年、土壌調査：1971年とこの種の協力の歴史は古いが、Farming Systemのような研究協力の分野は新しく、1976年からであり、数も少ない。（「表5－4」参照）

表5－4 アフリカにおける農業研究協力計画調査（Farming System）

SPECIAL PROGRAM FOR AFRICAN AGRICULTURAL RESEARCH (SPAAR)

Name	Problem Orientation	Date Started	Region/Zone Interest	Participants	External Funding Sources
Eastern and Southern Africa (Network)	Research on Farming System	1976	Eastern Southern Africa	Kenya,Tanzania Botsuana Cameroon 他8ケ国 [CIMMTY]	USAID CIDA CIMMTY
West Africa (Network)	Research on Farming System	1983	Western Africa	Burkina Faso, Mali,Nigeria 他13ケ国 [IITA,ICRISAT] [IAR]	CIRAD USAID IDRC FORD GTZ
Agroforest-ry	Research on Agroforest-ry	1981	Western Africa	Cameroon Nigeria Ghana [ICRAF]	IDRC USAID CIDA
Alley Cropping	Research on Alley Cropping	1981	Western Africa	Cameroon Nigeria Ghana [IKA/ILCA, ICRAF]	IDRC USAID

SPAAR Secratariat
(World Bank, Washington, D.C.)

5－1－7 草 地

(1) 土地（耕地・草地・その他）の生産力の維持システムの補完・向上技術対策

永年、農業生産を継続している農用地では、一定の土地生産力保持システムが機能しているのが原則である。

オーストラリアの畑作および草地生産においては、耕地ではマメ科牧草を主体とする短期輪作草地を軸とするレイファーミング方式で小麦等の穀物を継続生産してきている。今後に向けては新しいマメ科作物などの開発およびアレークロッピング方式などの新作付方式で、より優れた地力維持方式の確立をめざして技術開発をすすめている。一方、草地では優良マメ科牧草の導入，育種・自生植生への導入による生産力の維持システムの構築を進めている。

ここで対象とするアフリカ半乾燥地帯の農業生産においても慣行の生産力維持システムが存在するはずである。

当該地帯の農業生産の拡大・向上のためにはまず、現行の生産力維持システムを現地において解明し、生産力維持システムの再編の視点から新作目、新作付方式を検討することが必要になると考えられる。

この検討においてオーストラリアにおける半乾燥地農業にかかわる生産技術または生産方式は極めて参考になると判断される。

なお、土地生産力の構成はチッ素要因だけでなく、耕土保全（エロージョン防止）、土壌水分の有効利用、有機物の土壌環元による土壌物理性の改善と保持、その他があり、これらに関する情報も当オーストラリアには蓄積していると判断される。

(2) 草地の植生改善による生産力（牧養力）の向上対策

対アフリカの草地開発を前提にすると、標記の課題は次の１）～３）の場合が想定される。

１）イネ科主体の自生植生の放牧地にマメ科牧草を導入して、マメ科牧草の固定チッ素によってイネ科牧草の生産量を高め、同時にマメ科牧草の採食によって放牧家畜の生産（生長量、増体量）を高める。

２）１）と同じイネ科主体の自生植生の放牧草地に優良イネ科牧草を導入して、産草量を高めて家畜生産を高める。なお、イネ科牧草の導入では、その維持のために、継続的に毎年チッ素肥料等の追肥が必要になる。

３）耕起法により前植生（草本類、樹木）を破砕・抑圧し、牧草播種床を造成し、マメ科およびイネ科牧草を播種し、飛躍的に生産力を増強する。当植生を維持し、継続的に高位生産を持続するためには、施肥をはじめ維持管理技術が必要である。このためには、土地利用方式、施設整備、機械装備、生産資材の投入が必要になる。

以上の３つの方式（１）～３））の適用生産条件は「表５－５」においてケース１、ケース２、ケース３に類別している。

検討に当たっては、受入えサイドの社会・経済的諸条件を含めた経済立地、経営構造、生産者の技術水準等を十分に考慮することが必要であると考えられる。

以上の１）のマメ科牧草を主とする牧草の導入による低生産草地（自生植生）の生産力を高め、家畜飼養頭数を増加し、併せて他の食糧作物の生産をも改善する考え方は、オーストラリアの関係者にも関心が持たれているところである。たとえばＣＳＩＲＯダーウィン研究所のＤｒ．Ｂ．Ｗｉｎｔｅｒ氏は実行可能な唯一の方法であると主張している。

しかしながら、当草地植生の改善による生産力向上対策も数々の問題点が残されているのが現況である。主要な問題点は下記のとおりである。

ａ）適草種品種の選定

ｂ）決定した牧草の種子の生産－供給システムの確立

ｃ）前植生への牧草の導入技術

ア．自生植生への優良マメ科・イネ科牧草類の不耕起導入技術

イ．前植生・土壌・地形および水文環境に適合した耕起法による草地造成技術

表5－5　草地・飼料作技術の導入・活用条件

技術区分	ケース1	ケース2	ケース3 「注」1	「注」2 期待される効果	「注」3 研究・開発をしている研究機関名
1.自生放牧地植生の改良	マメ科牧草の導入→ (マメ科飼料木の導入)			年間DGで約4倍	マングロー試験地 チャールビル牧野研究所
2.人工草地の造成維持・利用		イネ科牧草の導入→ 追肥	マメ科・イネ科混播草地の造成利用→ 追肥 牧柵 給塩給水 施肥用機械 乾草用機械 作業道	年間DGで約3～4倍 年間DGで約9～10倍	カセリン試験場 ダウイン研究所
3.家畜の飼養管理	ミネラル サプリメント Na 定置放牧	ミネラル サプリメント P. S. Cu. 他 定置放牧	アミノ酸・糖など (貯蔵飼料給与) 輪換放牧	(未検討)	
4.獣医薬品等	治療薬	治療薬	予防薬	(未検討)	
5.畜種・品種	慣行	慣行	適正品種の導入	市場評価による	

「注」　1　ケース1.　受入れサイドの現行の生産（土地利用・機械装備その他）－消費－流通システムを変更することなく、取り入れることのできる技術（自給型小規模経営などが相当する）。

ケース2.　ケース1に近似するが若干の変更もしくは継続的アフターケア、例えば追肥などが必要で、生産資材等を継続的に購入することのできる条件で採用可能な技術（ケース1の小規模経営が協同で放牧草地を利用する場合などに相当する）

ケース3.　現行の生産－消費システム等を大巾に変更することを前提とした条件で適用可能な技術（中－大規模草地開発事業などに相当する）。

2　期待される効果でベースとした肉用牛の年間DGは、自然植生で最も生産力の高いMITCHELL GRASS　DG 30kg/haとしたいる。

3　研究開発をしている機関、　オーストラリアにおいて関連した研究を実施している研究機関名。

(3) アフリカ半乾燥地対応で移転の可能性が高いと考えられる技術の概要

a) 適草種・品種の選定

当課題はイネ科牧草とマメ科牧草とに分けて取り扱うことが妥当である。

ア．イネ科牧草：オーストラリアを始め世界各国で実用草種としているイネ科牧草にはアフリカ原産のものが比較的多い(「表5－6」参照)。

これらの牧草類は南アフリカの自生植生の構成種であったものを各国が自国に導入して改良(たとえば病害抵抗性の附与)したものである。当該草種・品種を再度自生地に戻すことは、生態的にも適応が容易であると考えられる。この考え方は草地生態学の理論からみて妥当といえる。

また、クイーズランド州の海外協力部(Oversea Development Section)のP.J.White 氏は、クイーンズランドには南アフリカ原産の牧草を数多く持っており、かつ、その取扱いに馴れているので、いつでもこの面からの協力が可能であると強調されていた点は留意すべきものと考えられる。なお、当該牧草の種子は流通しているものが多いので種子確保の問題は小さいと推測される。

イ．マメ科牧草：世界的視野でみても、乾燥地帯・半乾燥地帯に適用可能なマメ科牧草類は少ないが、ここ数年間の各国の研究開発(アメリカ、オーストラリア、CIAT、その他)によって有望草種が確認されつつある。

有望草種としては次の2草種がある。

- Stylosanthes Leucaena
- Centrosema Pascuorum

当草種の評価、品種の改良(育種)はCSIROカサリン試験場で実施されている。

また、オーストラリアの自生植生への導入方法および導入草地の肉用牛飼養による評価もCSIROのマンブロー試験地において実施中である。

さらに、当草種の種子生産技術の開発をCSIROカサリン試験場で実施中である。

表4－1に示したように、同上にかかわる試験研究の現状は試験場技術または研究データの段階であるが、数年の余裕があれば実用技術の水準に到達するものと期待される。

b) 自然草地の自生植生への牧草の導入技術

ア．不耕起造成技術：草地造成において大型トラクタ等の機械を必要としないため、造成コストが安く、かつ、耕起作業を伴わないため環境保全上の問題が小さいなど、優れた草地造成法であるが、技術は未完成で、各国の研究者が技術開発を進めているのが現状である。

表5－6　南アフリカ原産の牧草類

区　分	草　種　名　（品種と生産特性）
1.	バヒアグラス（Pasplum notatum FLUEGGE：Bahiagrass） 南アフリカの自然草地のおもな野草として分布している。草型は中間型。 放牧および踏傷によく耐える。耐旱性が強い。永年性。採種も容易である。 品種：コモン（Common）　ウィルミングトン（Wilmington） ペンサコーラ（Pensacola）　ティフトン（Tifton） アルゼンチン（Argentine）
2.	ローズグラス（Chloris gayana KUNTH：Rhodesgrass） 南アフリカ原産、細茎多葉の永年性イネ科草で、草丈90～120cm。 地上ランナーによって拡がり、各節から発根。－10℃には耐えられない。 耐旱性が強く、アルカリ土壌に強い。
3.	ウィーピングラブグラス（Eragrostis Curvula（SCHRED）NEES：Weeping lovegrass） 南アフリカ原産で、暑熱と旱ばつに対する抵抗力の大きいイネ科草である。 茎長60～150cm、基部より多数の細長い葉を生じる。 不良土壌でもよく生育するが、耐陰性、耐湿性は弱い。
4.	パンゴラグラス（Digitaria decumbens：Pangolagrass） 南アフリカ原産のメヒシバ属の多年草。放牧用および乾草調整用。
5.	その他：グリーンパニック（Green Panic） ブッフェルグラス（Buffel Grass）

現在、開発中の技術で、乾燥および半乾燥地帯向けの技術としては次の2つが有望とされている。

ア) Coated Fertilizer Pellets

日本で開発中の技術で、日本(温帯)およびコロンビア(熱帯)の2つの地域で、前植生(熱帯では自生植生)への牧草の導入技術として検討しているものである。試験は継続中であるが、当資材を半乾燥地の植生改良に利用することは可能と考えられている。

新資材は遅効性のチッ素、リン酸、カリおよび土壌改良資材(処方は対象土壌によって変えられる)を直径1－1.5㎝内外のペレットとし、ペレットの表面に牧草種子を水溶性ボンドでコーティングしたものである(写真)。

ペレットを野草地等で地表面に所定の密度で置く(人力またはヘリコプター散布)と、水溶性ボンドが溶けて、牧草種子が地表面に落ち、牧草の発芽・定着・生長時にペレットに含まれる肥料が徐々に溶け出すようにしたものである。なお、ペレットの表面にコーティングする種子はイネ科・マメ科ともに可能で、混合割合も自由に調節することが可能である。当資材について3ケ年間検討した結果、温帯・熱帯いずれにおいても、発芽／定着／生長各段階とも期待した成績で、実用化の可能性が高いと期待されている。

将来、必要とする検討を行えば、半乾燥地帯における自生植生の植生改良に活用できるものと考えている。

イ) Coating Seeds

当種子資材はオーストラリアの研究者によって開発されつつあるものである。

牧草とくにイネ科牧草の種子の表面にリン酸を主体とした肥料を被覆し、乾燥したものである(写真)。

この新資材を自生植生内に不耕起法で播種すると、降雨等によって被覆した肥料が溶け出し、牧草の発芽時に溶出した肥料成分(リン酸)を吸収利用することをねらったものであるが、永年の研究にもかかわらず期待したほどの効果が得られていない。理由は肥料の附着量(被覆)が少ないことによるとされている。この点を改善するには更に数年の期間が必要と考えられる。

ウ) 耕起法による人工草地(Sown Pastures)の造成技術

造成技術の基本は大型造成用機械(ブルドーザー、トラクタ)で先占植生等を物理的に破壊し、土壌の物理性・化学性を土壌改良資材および化学肥料で調整して、牧草の発芽・定着条件を整備し、追肥等によって高位生産を継続する集約的な草地造成法である。

また、当造成法は土壌・地形・生産目的に対応した各種造成用作業機が準備されているので、今日では多様な条件に適合できる技術水準に達している。

今回の現地調査においても土壌条件の極めて劣悪なムルガーランド(チャールビル牧野研究所)、熱帯サバンナ(CSIROマンブロー試験地)で耕起法による人工

草地の造成に成功していることが見られた。

しかし、当造成法は造成コストが高く、かつ、その維持・利用に肥料および管理用の施設ならびに作業用機械類を必要とすることから、その活用には多くの制約条件がある。

エ）家畜の摂取栄養のサプリメントによる調整技術

サプリメントにはミネラル要素の補給・調整を目的としたミネラルサプリメントと、炭水化物・蛋白質あるいはビタミン類の補給・調整を目標とした栄養サプリメントの2つがある。

土地依存度の高いオーストラリアの肉牛および羊の放牧飼養、および、アフリカ半乾燥地帯での家畜生産ではミネラルの過不足が問題になるので、ここではミネラルサプリメントに限定して述べる。

家畜の放牧飼養条件でミネラルに不足（家畜では欠乏）の生じる機構には2つの場合がある。1つは、当該地帯の地質のミネラル含量が土壌のミネラル含有量を規制し、土壌のミネラル含有量が家畜の採食草である牧草のミネラル含有量を決定し、この含有量が家畜のミネラル要求量に対して不足する場合、ミネラル不足となる。

他の1つは、化学肥料または家畜のふん尿などの過度の多量施用などによって特定のミネラルが不活性化し、あるいはミネラル相互間の量的アンバランスによって特定のミネラルが不活性化して欠乏または過剰を引き起こす場合である。

さらに、植物のミネラルの吸収特性および気象条件等が関与してミネラル問題を複雑なものとしている。

オーストラリアの肉牛および羊の飼養においては、同上の機構の1を主因としたミネラルの不足（Na、S、P、Zn、Cu、その他）が発生し、動物の生育を阻害する要因になっている。

これに対応して、CSIROマンブロー試験地およびチャールビル牧野研究所では放牧家畜に対するミネラルサプリメントの給与試験を実施している。

試験結果では、不足するミネラルを給与することによって著しい生産の回復（生育の促進）が認められている。

生産条件（地質・土壌・土地利用の経過）、家畜飼養方式の類似するアフリカ半乾燥地においても当オーストラリアにおけるのと同様の機構でミネラルが家畜の生産性を阻害しているものと予測される。

すでに述べたところであるが、ミネラルが不足すると家畜の生長は著しく阻害される。しかし、不足するミネラルを与えると直ちに反応して生長を回復する性格がある。

一般にミネラルサプリメントは比較的必要量が少ないので、生産資材の扱いでは容積が小さく、価額も比較的安く、かつ、輸送・貯蔵も容易である。これらの資材特性からみて、不備な生産条件におかれているアフリカ半乾燥地帯の営農改善において、最少の投資で大きな効果を期待できる技術のひとつとして重ねて検討する必

要があると考えられる。

なお、今後の検討においては次の2点に留意する必要がある。ひとつは検討の対象とするアフリカ半乾燥地帯の畜産におけるミネラル問題の実態が把握されていないという事実である。この対応としては、現地での実態の調査が必要となる。二つは、集約的畜産を行っているアメリカ、ヨーロッパおよび日本等ではサプリメントに関すを研究成果および技術が多量に蓄積されているが、熱帯サバンナ等における粗放な肉用牛飼養におけるサプリメントに関するデータは少ない。また、当オーストラリアの研究機関での研究の現況は、試験データ（表4－2）の段階であるためその推進による技術化が必要である。

(4) 技術移転をめぐっての考察（試案）

a）生産部門の結合による総合開発計画の策定

移転が期待される草地・飼料作分野の生産技術については、技術の性格（内容）から移転先（受入れ先）の受入れ条件をケース1、ケース2、ケース3に区分して、両者の相互関係を表5－5に整理した。

想定される技術移転先の営農の実態は複合経営の場合が多いと推測される。この場合の草地・飼料作の位置付けは生産部門の一つに過ぎないはずである。

当該経営の改善を図るには関係生産部門の総合的改善を図るのが妥当と考えられる。

今回の調査の対象範囲に限っても、農林業の総合的改善を図ることが必要と考えられる。

すなわち、受入れ側の受入れ条件をケース1、ケース2、ケース3などに区分し、対応した農林業技術を組み入れた総合改善計画を策定し、その推進を図る必要があると考えられる（表5－7）。

また、同表のその他の欄に入れる具体的な事項はケース別総合開発計画の策定においては、部門別技術の結合ならびにシステム化において、結合媒体の役割をもつ諸技術、たとえば農業土木、施設、機械その他である。

また、受入れ条件によっては養蜂、果樹、野菜等の附加を検討することも有効な場合があると推測される。

b）総合開発計画の実施手順

「表5－7」「表5－8」のケース1の開発段階は技術開発協力の目標からみて必ずしも十分でない水準の場合が多いと考えられる。仮りに、技術開発協力の最終目標をケース3とする場合は、実施の戦略として、年次別実施計画に沿い、ケース1→ケース2→ケース3の手順によることも一つの実施計画策定ならびに計画実施の戦略的手順と考えられる。

表5－7　ケース別総合開発計画の策定

区　分	ケース1	ケース2	ケース3	備　考
草地・飼料	◉	◉	◉	表5－1
一般農業	◉	◉	◉	
林業	◉	◉	◉	
その他	○	○	○	
ケース別総合開発計画	◎	◎	◎	

（注）その他：ケース別総合開発計画の策定において必要とする事項および生産部門以外の事項、例えば養蜂、果樹など。

表5－8　総合開発計画の実施推進手順

区　分	総合開発計画の実施段階※
総合開発計画の実施	ケース1 → ケース2 → ケース3

※年次計画

5－1－8　農業関係参考資料・引用文献

(1) 全　般

1) P.J.Palmer (1984) : The Macmillan Australian Atlas.
2) Atlas of Australian Resources, 3 series :
   a) Vol.1　Soil and Lands, Division of National Material Mapping, Canberra (1980)
   b) Vol.3　Agriculture, Native Pastures, Division of National Material Mapping, Canberra (1982)
   c) Vol.4　Climate, Division of National Material Mapping, Canberra (1986)
3) Australia Map Series, 1:50,000,000
   Soil Resources 4 (1978)
4) Australia Small Scale Thematic Map Series :
   a) Sown Pastures and Fodder Crops　4 (1980)
   b) Farm Type　10 (1980)
   c) Median Annual Rainfall　12 (1980)
   d) Monthly Temperatures (January, April, July, October) 20 (1983)
5) Atlas of World Water Balance :World Atlas of Agriculture Vol.2, Asia and Oceania, Instito Geografica de Agostini-Navaro.
6) R.L.Reid (1985) : A Mannual of Australian Agriculture.
7) Mannual of Meteorology, General Meteorology Part 1, Australian Government Publishing Service (1975)
8) Ian Castiles (1986) : Year Book Australia, Australian Bureau of Statistics.
9) J.L.Wheeler (1981) : Forage Evaluation : Consepts and Techniques, American Forage and Grassland Council.
10) J.M.B.Smith (1982) : A History of Australian Vegetation, Mc Graw-Hill Book Company, Sydney.
11) Reader's Digest (1984) :Wild Australia, A Recreational Guide to all our National Parks, Sydney.
12) Consult Australia (1984) : The Australian Professional Council.
13) Fred Bailey (1982) : Bee Keeping in Australia.
14) Soil, Discovering Soil No.1 (1985) : An Outline of their Properties and Management, CSIRO Division of Soils.

15) Russell C. Muchow (1985) : Agro-Research for the Semi-Arid Tropics, North-West Australia.
16) I. Collett (1987) : Why Pasture Improve, N.S.W., Department of Agri-Soil Conservation Service of N.S.W.
17) R.L. Amor, R.W. de Jong (1982) : Changing Weed Problems in Cereal Cropping in Victoria since 1920. Jour. Aust. Agri. Sci. 48, 139-147.
18) T. Mitamura, J.M. Spain, R. Gualdon and P. Auila (1987) : The Use of Seed Coated Fertilizer Pellets in Pasture Establishment in the Ieanos Orientales of Colombia. TARQ (in press).
19) P.J. White (1987) : Handout for Japanese Mission.
20) 乾燥地農業の研究事情調査報告書 －オーストラリア－ 農業資料No.72. 農林水産省熱帯農業研究センター.
21) Sylvain Y. Bogré : La Gestion des Eaux de Ruissellement, OXFAM Project Agro/Forestier, Province du YATENGA, Burkina Faso.

(2) クイーンズランド州 (Queensland)

22) Queensland Department of Primary Industries. Annual Report 1985-86.
23) Queensland Agricultural Journal Vol.112, No.4 - Conservation Management of Cropping Lands - July-August (1986).
24) Queensland Agricultural Journal Vol.113, No.1 - Conservation Management of Grazing Lands - January-February (1987).
25) Crop Potential Map - 1:2,500,000 Queensland Department of Primary Industries.
26) Postgraduate Studies in Agricultural Science. University of Queensland.
27) Research Projects in Progress within the Department of Agriculture. University of Queensland (1986).
28) CSIRO inbrief (April, 1986)
29) A.J. Pressland (1987) : Productivity and Management of Western Queensland's Rogelands. Aus Rang Journal (in press).

(3) ニューサウスウェールズ州 (New South Wales) – Canberra –

30) CSIRO Division of Plant Industry, Report 1983-84, A division in the CSIRO Institute of Biological Resources (1984).

31) CSIRO Annual Report 1985/86, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (1986).

32) Department of Primary Industry, Annual Report 1985-86, Economic and Rural Policy, Australian Government Publishing Service (1986).

33) CSIRO Research Project, Division of Soils (1985)

– Sydney –

34) New South Wales Agriculture, An Outline of Agricultural and Fisheries Indistries (May, 1985). Department of Agriculture New South Wales.

35) Pastures for the North West Plains, Department of Agriculture, Soil Conservation Service of N.S.W. (February, 1987).

36) Agriculture in the :

a) North Coast Region

b) New England, Hunter and Metropolitan Region

c) Orana and Far Western Region

d) Central West, Southeast and Illawarra Region

e) Murray and River in a Region

A Department of Agriculture, New South Wales, (November, 1982).

(4) ビクトリア州 (Victoria)

37) Grain Legume Breeding in Victoria, Grain Legume Research Council of Variety Improvement and Species Evaluations Projects, Victorian Crops Research Institute, Horsham, (March, 1987).

38) Department of Agriculture and Rural Affairs, Victoria Biennial Report, 1984-86, Victorian Crops Research Institute Advisory Council.

(5) ノーザンテリトリー州 (Northern Territory)

39) CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures, Annual Report 1984-85.

40) Katherine Research Station and Manbulloo Experimental Site, Briefing Notes (1985), CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures.

41) D.A. Hearne (1975) : Trees for Darwin and Northern Australia.

(6) 南オーストラリア州 (South Australia)

42) Roseworthy Agricultural College - Vistor Information

43) SAGRIC international :
  a) Summary of Extension in South Australia
  b) Department of Lands
  c) Changing Horisons

44) Current Research Jonuary (December 1985). Department of Agriculture South Australia

45) Directions in South Australian Agriculture 1987-89, Department of Agriculture South Australia (1986).

46) Teachers Guide :
  a) A National Conservation Strategy for Australia
  b) Department of Arts, Heritage and Environment, Australian Government Publishing Service (1986).

47) Ley Farming in South Australia, Bulletin No.15/77, Department of Agriculture South Australia.

48) Geeff Cooper (1986) : Pasture Cultivars for South Australia.

49) S.D Webber (1976) : Farming Systems in South Australia Dryland Farming in a Semi-Arid Climate.

50) P.S. Cocks (1977) : Pasture Seeds from South Australia.

51) R.G. Fawcett (1986) : Conservation Tillage for Crop Production, Soil and Water Conservation Section, S. A. Department of Agriculture.

＜各論林業分野＞

第 6 章　豪州林業環境の概要

6. 豪州林業環境の概要

6－1 気象条件

6－1－1 降水量

オーストラリア全土の年平均降水量は 420mm前後で，南極大陸を除いて世界で最も乾燥した大陸である。オーストラリア各地で変動が大きく，クィーンズランド州北部海岸地帯では年平均降雨量が8,000mmを越える場所から，シンプソン砂漠の100mm以下まで分布範囲が広いのが特徴である。また，雨量の季節的分布にかなり明確な偏異がみられ，一般にオーストラリア南部は顕著な冬雨気候型となっている。特に南東部は通年降雨が平均している。さらに，毎年の年間降水量・季節降水量・月間降水量は大きな変動巾が認められ，例えば西オーストラリア州のポートヘドランドでは，年間降水量の変動巾が32mm～1,020mmと広く中央値は273mmである。

これらオーストラリアの雨量の気候的特徴について以下の図にのべる。

図6－1－1　各地の年降水量

図6－1－2　各地の月間降水量

図6－1－3　年間降水量分布

図6－1－4　月間降水量

また，オーストラリアの年降水量分布（十分位数表示，中位50%による）を図6－1－5に示す。これらによると，東部中央山脈を分水嶺として西側の北部熱帯性気候帯を除く中央部砂漠地帯に広大な乾燥地帯（年降水量400mm以下）が存在しているのが特徴である。

なお，オーストラリアの気候帯分布については後述する。（7－1　半乾燥地林業の位置づけ参照）

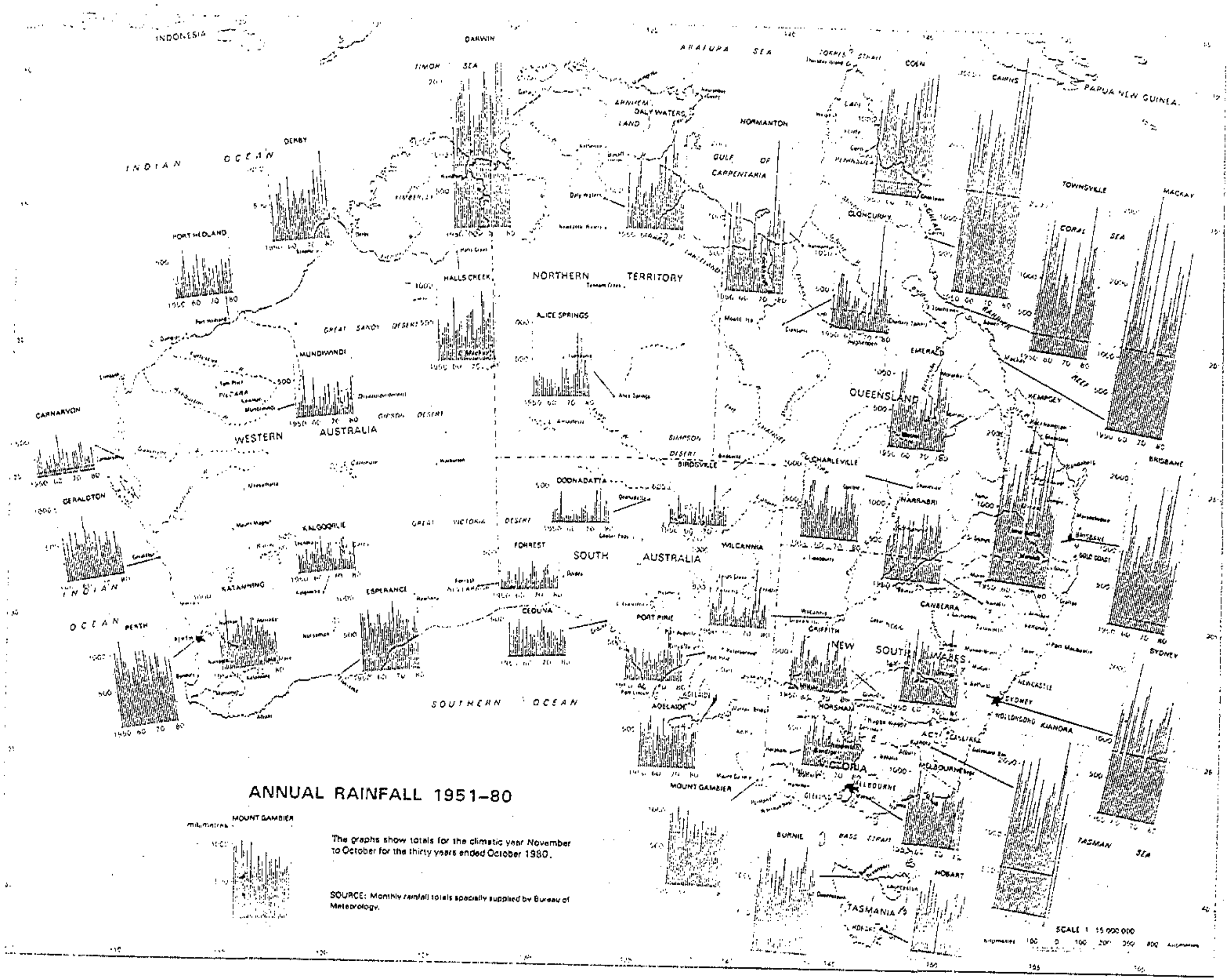


図６－１－１　各地の年降水量（1951～1980年）

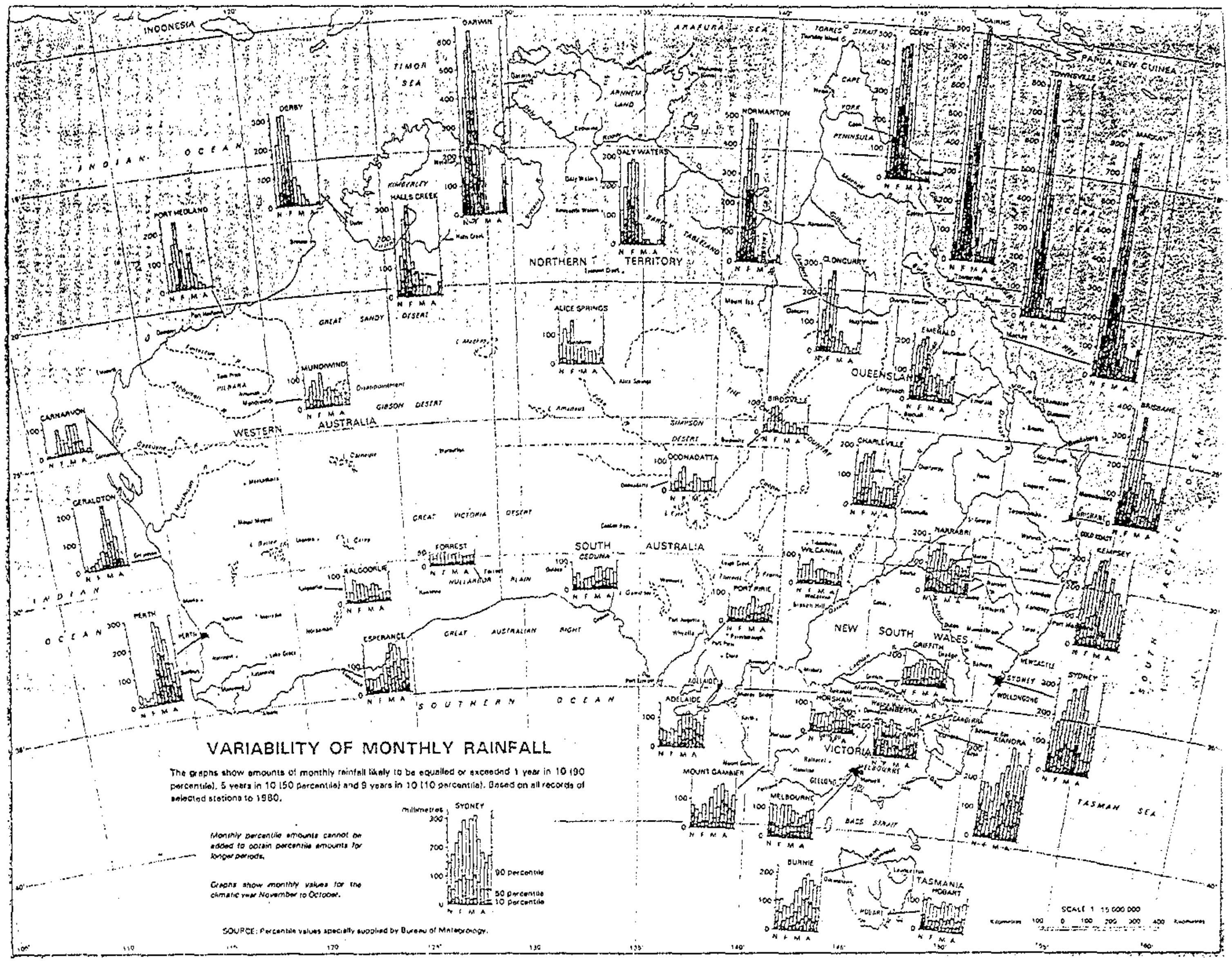


図６－１－２　各地の月間降水量（1980年までの統計データーによる）

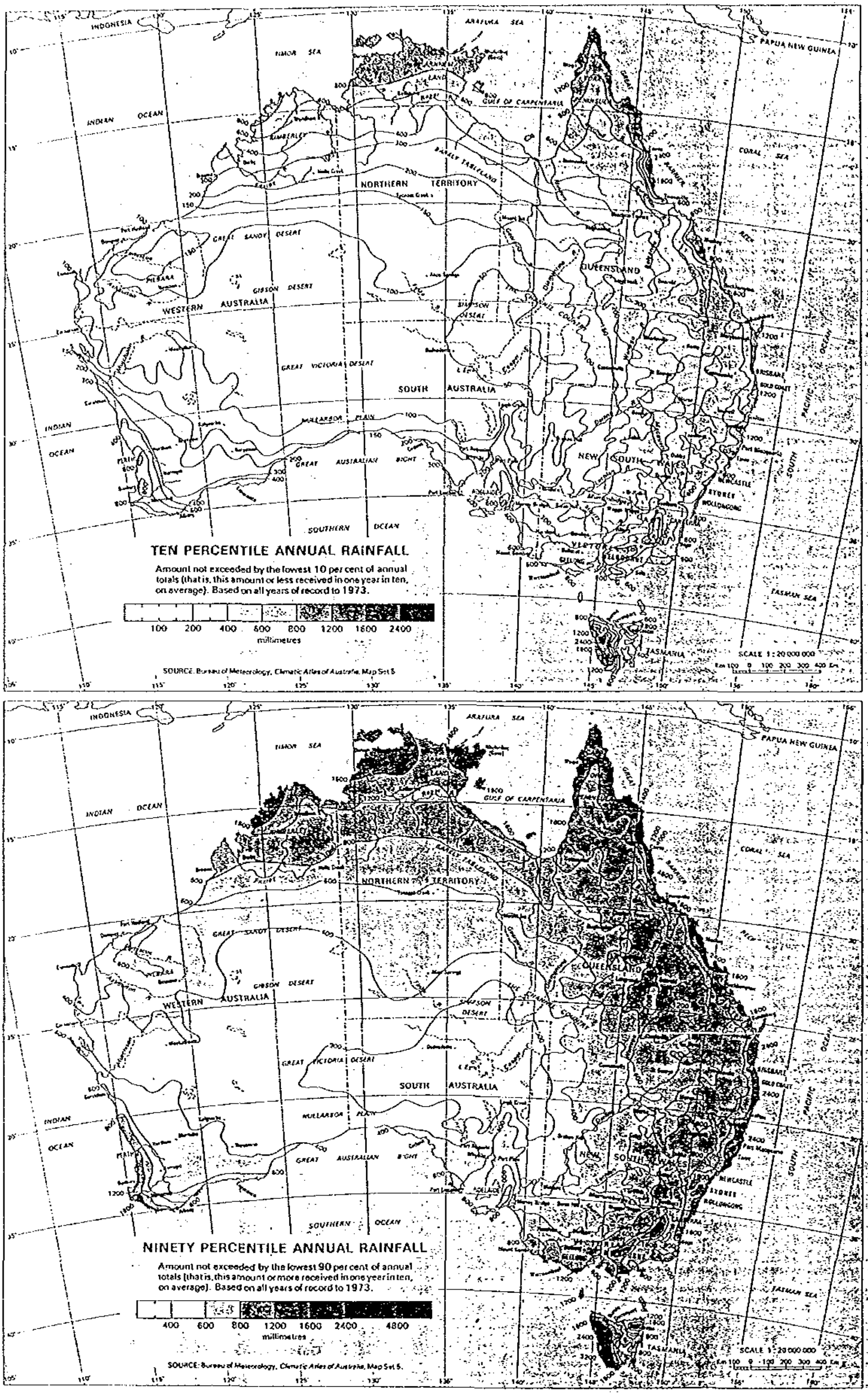


図６－１－３　年間降水量分布

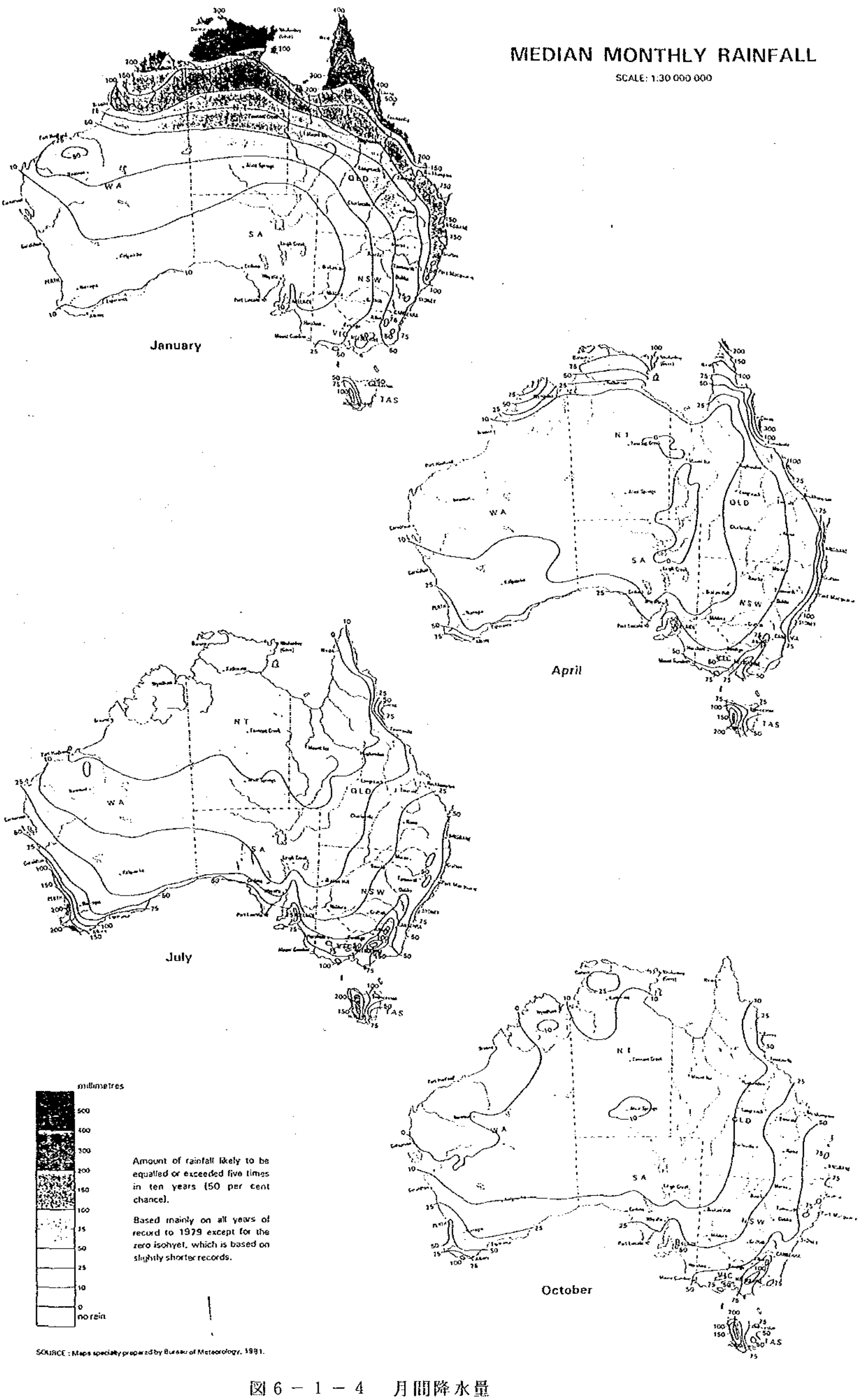

MEDIAN MONTHLY RAINFALL
SCALE: 1:30 000 000
January
April
July
October
millimetres
Amount of rainfall likely to be equalled or exceeded five times in ten years (50 per cent chance).
Based mainly on all years of record to 1979 except for the zero isohyet, which is based on slightly shorter records.
no rain
SOURCE : Maps specially prepared by Bureau of Meteorology, 1981.

図６－１－４　月間降水量

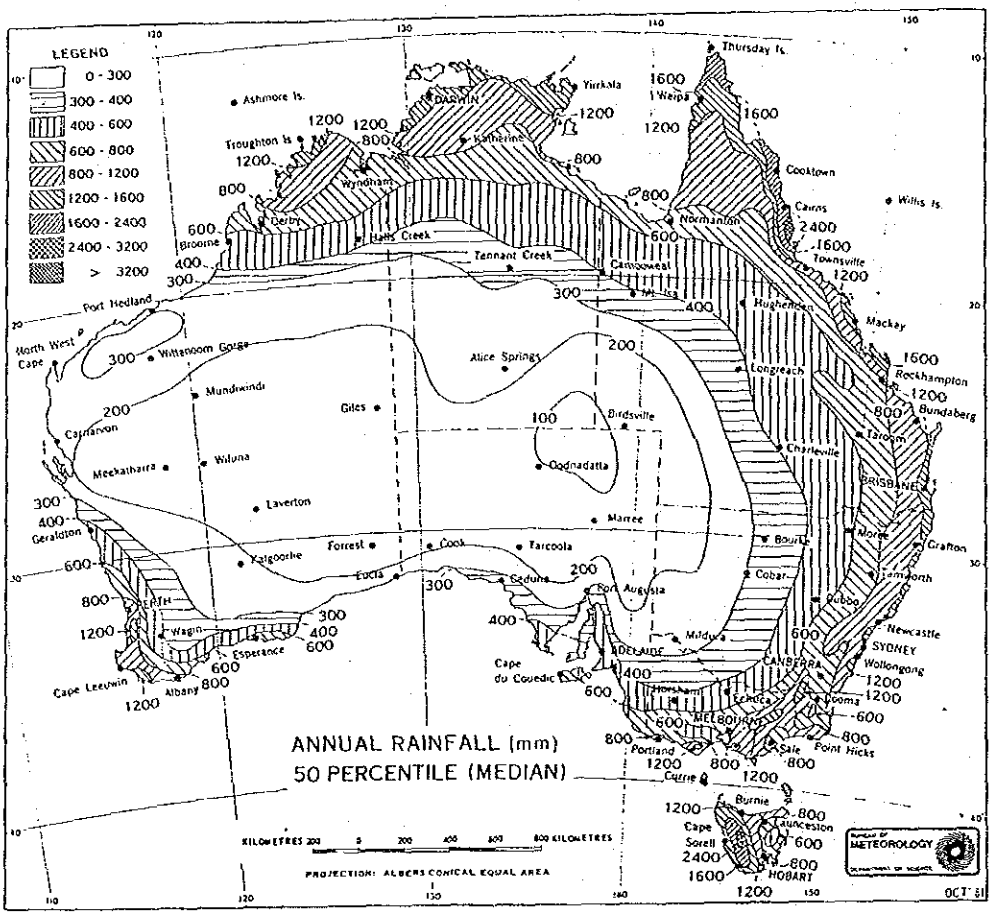


図6－1－5　年降水量分布

（十分位数表示，中位数—50%—）

6－1－2　気温

オーストラリアの年気温分布の特徴を月平均最高気温の上限値と月平均最低気温の下限値との差で示したものが図6－1－6である。差が最も顕著な西オーストラリア州ギブソン砂漠の33℃以上からノーザンテリトリー北部・西オーストラリア州南西部・クィーンズランド州北東端・タスマニア州南東端の12℃以下まであり，オーストラリア大陸が巾広い気候帯を内包している証左となっている。オーストラリア各地の月間平均気温・月間最高気温・月間最低気温・月間最高気温が30℃を越える日数・月間最低気温が2℃を下廻る降霜可能日数等の推移を図6－1－7に示す。

図6－1－6　年気温分布の概要

図6－1－7　各地の月間気温の推移

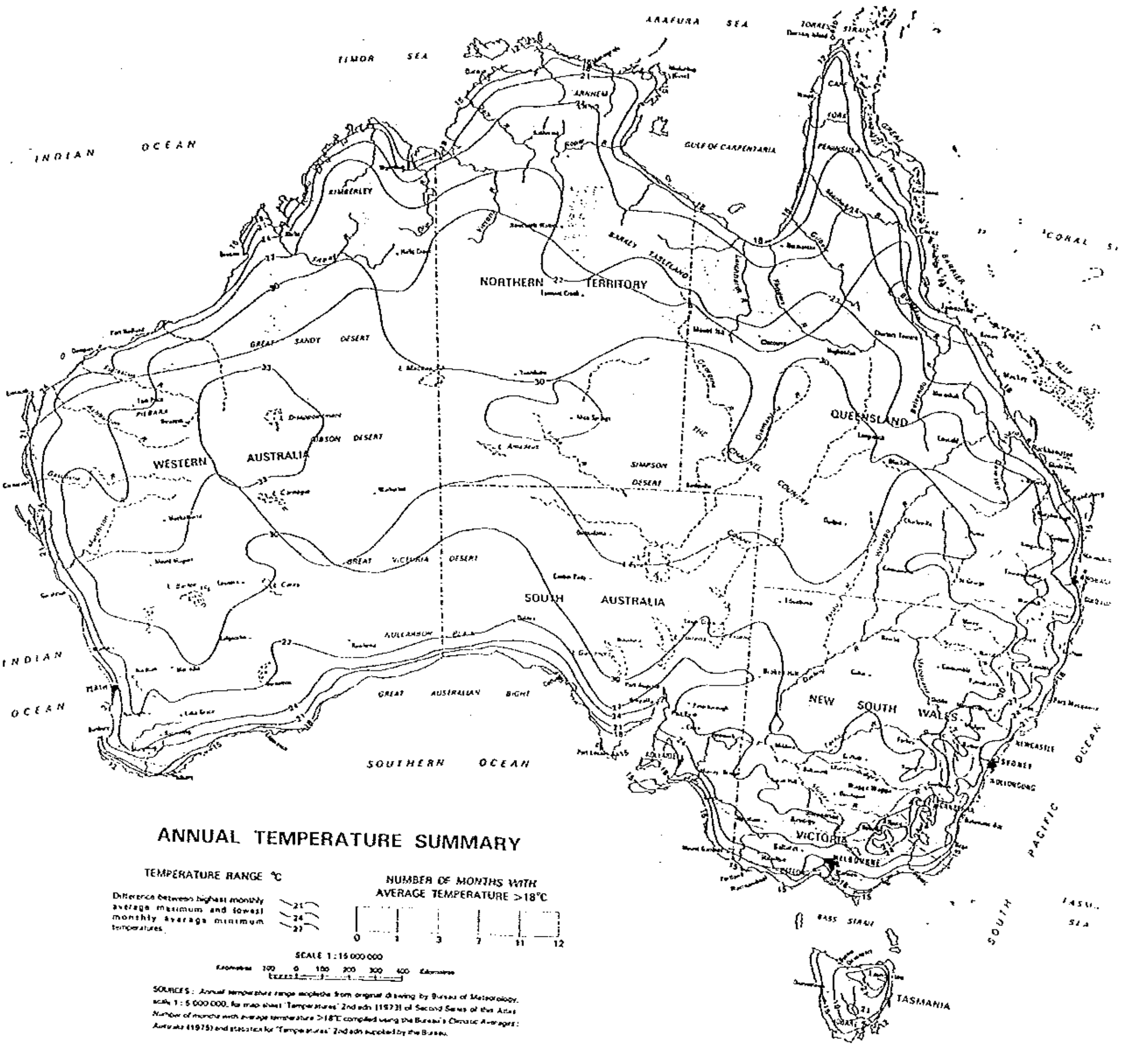


図6－1－6　年気温分布の概要

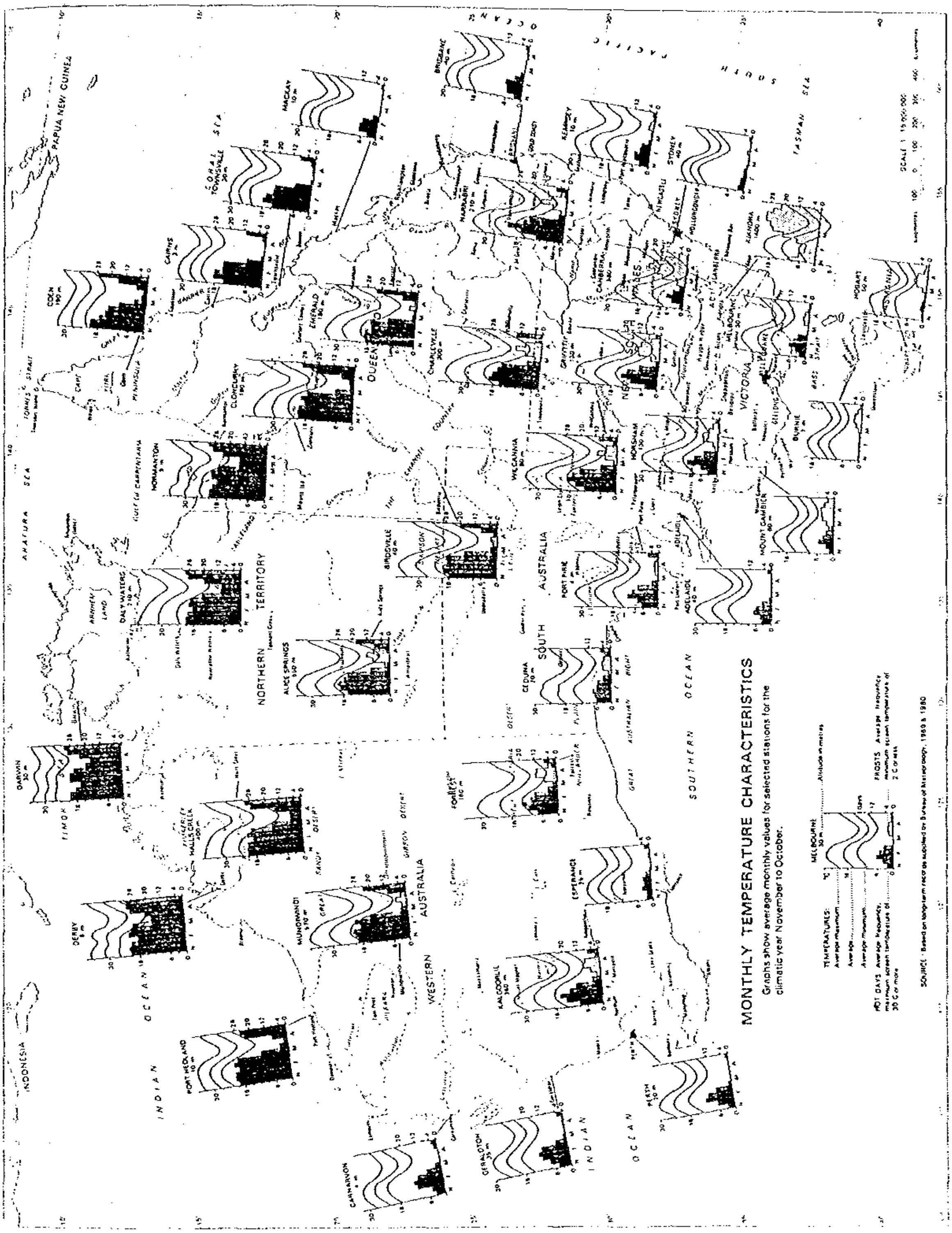


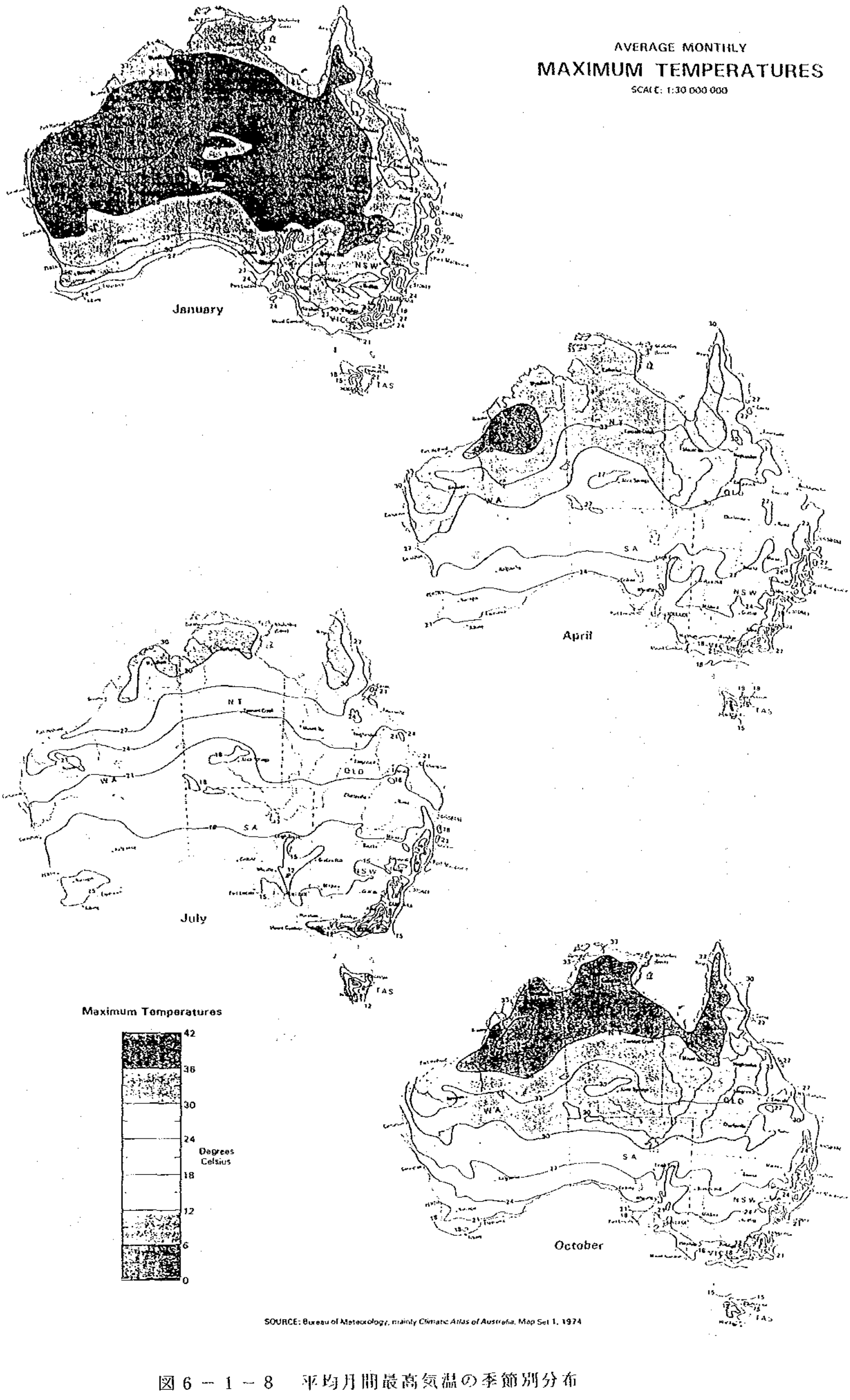
図6－1－7　各地の月間気温の推移

これらをさらに詳細に検討すると，平均月間最高気温は1月に36℃を越える地域が広大な大陸内部地区に及び，北西部では39℃を上廻る地区が存在している。平均月間最低気温は7月に0℃を下廻る地域がニューサウスウェールズ州・ビクトリア州・タスマニア州の中央山脈，中央高地に散見されるのが特徴である。これら最高気温・最低気温の季節別分布を図6－1－8及び図6－1－9に示す。

図6－1－8　平均月間最高気温の季節別分布

図6－1－9　平均月間最低気温の季節別分布

農作物に直接的な被害を及ぼす降霜は地表植物が－1℃以下になった時生ずるが，気温が2℃以下の場合霜害が発生している。オーストラリアの降霜分布を6段階の年間降霜可能日数で示したものが図6－1－10である。最初に最低気温2℃以下になる日から最後に2℃を下廻った日の間隔日数で示した降霜可能日数の分布は，ニューサウスウェールズ州南東部・ビクトリア州南部・タスマニア州・西オーストラリア州南西部で年間 200日を越え霜の影響が無視できないものとなっている。



SOURCE: Bureau of Meteorology, mainly Climatic Atlas of Australia, Map Set 1, 1974

図６－１－８　平均月間最高気温の季節別分布

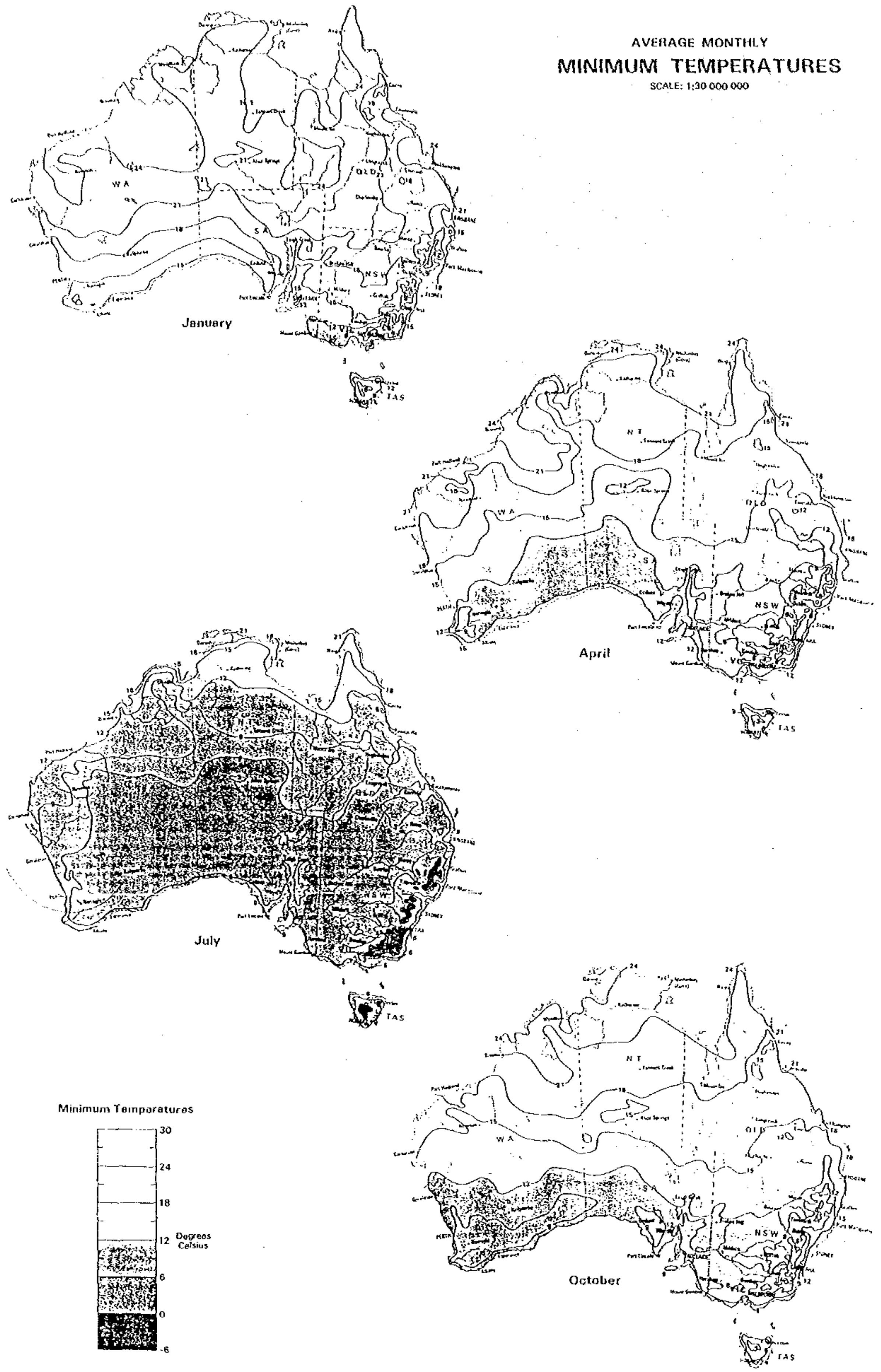


図６－１－９　平均月間最低気温の季節別分布

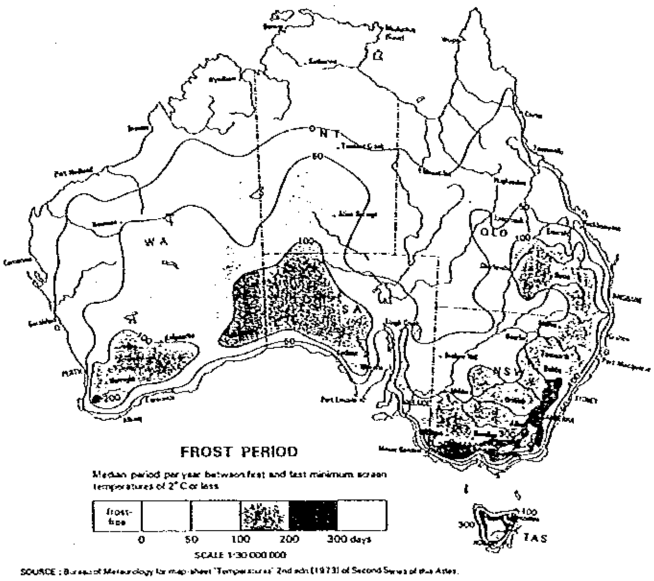


図６－１－１０　平均降霜期間の分布

6－1－3　相対湿度

大気中の水蒸気量の指標となる相対湿度（%）を1月と7月の時間帯別に示したものが，図6－2－11である。相対湿度の季節別分布の特徴は冬季については冬雨地帯において高く，夏季については夏雨地帯において高くなる傾向がある。

また冬期においては，大陸内部地域では時間帯によらず乾燥が激しい傾向が認められ，夏期には大陸北西部地域が相対的に著しい乾燥に覆われることを示している。林木を含む植物の天然分布と密接な関係がある。

相対湿度は気温と高い相関があるが，林木を含む植物の天然分布とも密接な関係が認められる。

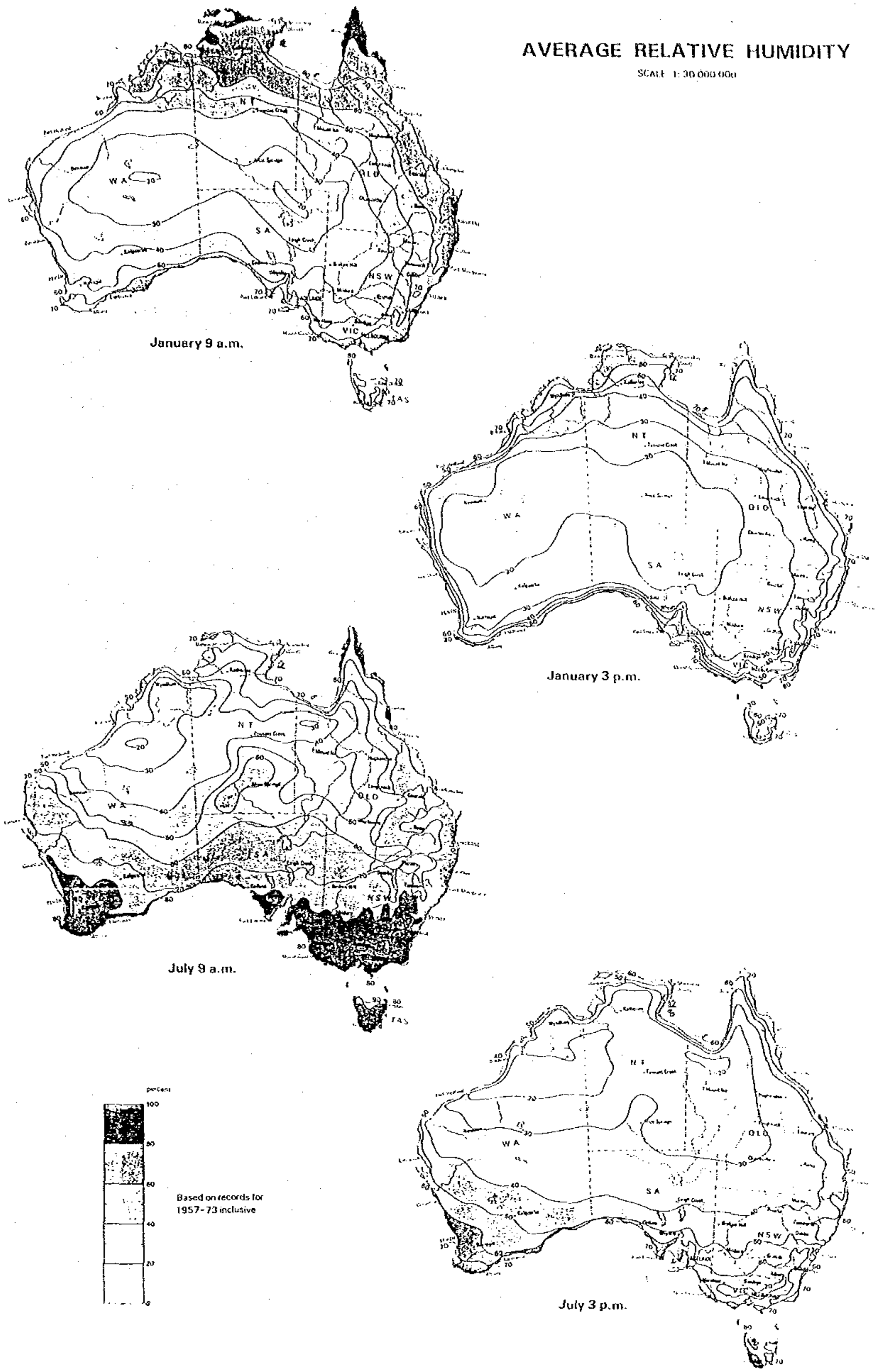


図6－1－11　平均相対湿度の分布（1月7月）

6－2　地質と地形

オーストラリア大陸の地質・地形的条件を考慮する場合に，後述の土壌と植生との関連において把握されねばならないが，本基礎調査の目的のひとつが個別半乾燥地農林業技術の対アフリカ地域への適応可能性の検課であるから，その意味に限定すれば現段階における詳細な解説は割愛することとしたい。

しかしながら，半乾燥地帯における水資源問題・土地資源問題・環境問題等の広い視野からの判断を求められるケースを考慮するとき，本大陸の生成に関する地質学的歴史や地質基盤からはじまり，土壌生成・植生条件にわたって考慮することが大切である。

いずれにしても，オーストラリア大陸は古い地質年代の地質に立脚し，安定大陸上の準平原が多く，地質基盤として先カンブリア期の深成岩や変成岩が広く分布していることが，土壌条件や植生分布を規定していることに留意する必要がある。

地形的条件としては平坦地が多いが，東北部・東部諸州の海岸線にそって並行して山岳高山帯が南北に走っており，同地域における造林技術開発には，傾斜・排水性・土壌流亡防止等の特別な配慮が必要となることは論をまたない。

6－3　土壌と植生

オーストラリアの土壌の概要については，「個別半乾燥地林業技術とアフリカ類似地域への適応の可能性」の項で若干の解説を試みたので参考とされたい。

また，半乾燥地の土壌については，国際協力事業団・半乾燥地造林計画基準報告書，２－３．土壌（P．49～P．85）に一般的な概況が記載されている。

一般に，オーストラリアにおいては砂質土壌が多く，多量要素としての窒素（N），燐酸（P）が不足し，微量要素（たとえば硼素）も限定されているので施肥を実施する場合には，充分留意されねばならない。また，同国の半乾燥地帯で広く認められるアルカリ土壌並びに塩性土壌については，林木・農作物の生育に対する塩類の限界濃度に注意を払う必要がある。

アルカリ土壌の改良にあたっては，土壌改良剤を適用する（たとえば$CaCL_2$や石膏／石灰／硫黄やlime-sulfur 等）ことになるが，林木（造林）については，樹種

本来の生理的／生態的性質とその適応性範囲について慎重な試験研究を積み重ねてゆくことが重要である。

土性からみてみると，オーストラリアの土壌は概して浅く，不安定で肥沃度が低い。比較的土層が厚く，耕作可能な土壌は大陸全体の10%未満であり，この意味においてオーストラリア大陸はその面積の大きさの割には，土地資源は極めて限定されているといえる。

一方，植生についてみてみると，アカシア潅木帯（Acacia Shrublands）と乾燥丘陵森林帯（Arid hummock grasslands）が大陸中央部を占め，その周辺にユーカリ潅木帯（Eucalypt shrublands），乾燥及び半乾燥低木帯（Arid and semi-arid low woodlands）半乾燥潅木林帯（Semi-arid shrub woodlands）が分布している。これら及びの植生分類とその分布について図６－３－１のとおりである。

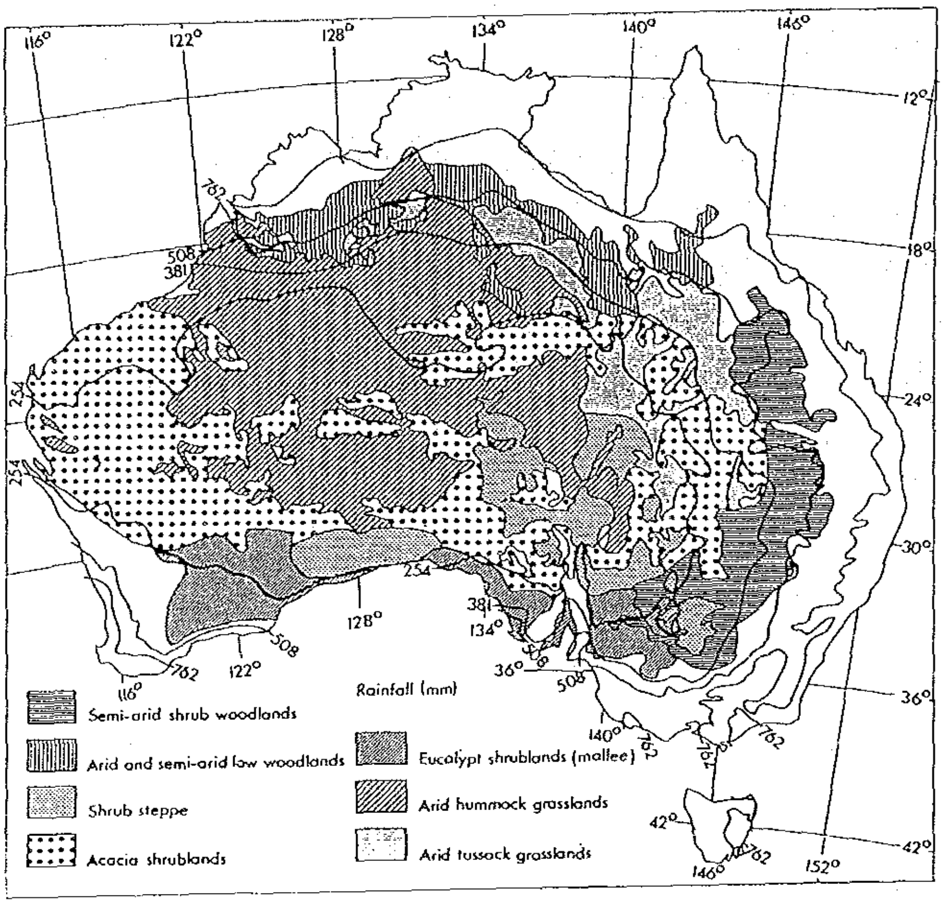


図６－３－１　オーストラリアの植生

次に，オーストラリア大陸全土に広く天然分布しているユーカリ属（Eucalyptus：フトモモ科の樹木で，約 400種にのぼる）を指標とした植生区分を紹介する。ユーカリ類（Eucalypts)は，そのほとんどがオーストラリアおよびタスマニア島原産であり，同大陸の周辺部の半乾燥地帯から湿潤モンスーン地帯に巾広く天然分布し，単木的には大陸内部の乾燥地帯にも見出される。オーストラリアのユーカリ林は，主として雨量と気温の関係で大きく次の3タイプに分類されている。

①湿潤ユーカリ林

東南部および西南端部に発達し，年降水量約750～1,000mmで，密生した高木のユーカリ林を形成する。

②乾燥ユーカリ林

年降水量が北部では750mm以上（最大1,500mmまで)，南部では500～750mmの範囲に成立し，高木のユーカリ属樹木を主体とする疎林を形成する。

③低木ユーカリ林（Mallee Woodlands)

低木のユーカリ属樹種がやや散在的に生育する潅木林で，南部の年降水量約250～500mmの範囲に成立する。

これらユーカリ属の天然分布範囲については図６－３－２に，またユーカリ類を中心とするオーストラリアの植生分布については図６－３－３にそれぞれ示す。

また，これらの植生分布の特徴が気候帯別に多様にあらわれる一例として，クィーンズランド州の植生タイプを９－１－１の①クィーンズランド州の森林タイプとして紹介しているので参照されたい。

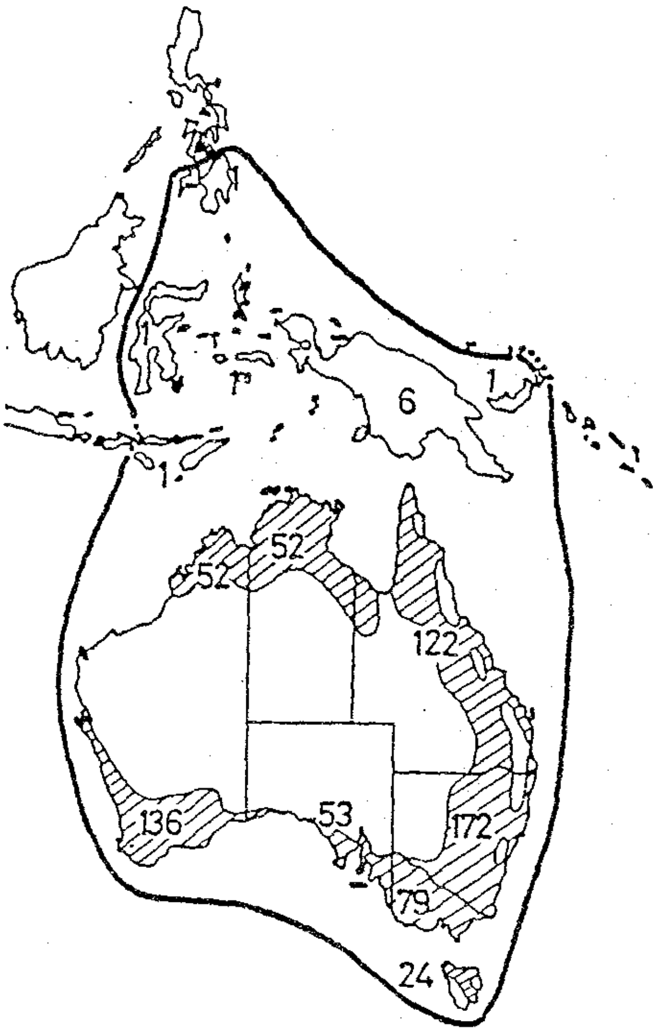


図６－３－２　オーストラリアのユーカリ類の天然分布範囲（数字は種類数，オーストラリアでは斜線部が“ユーカリ林”地帯をあらわす。）

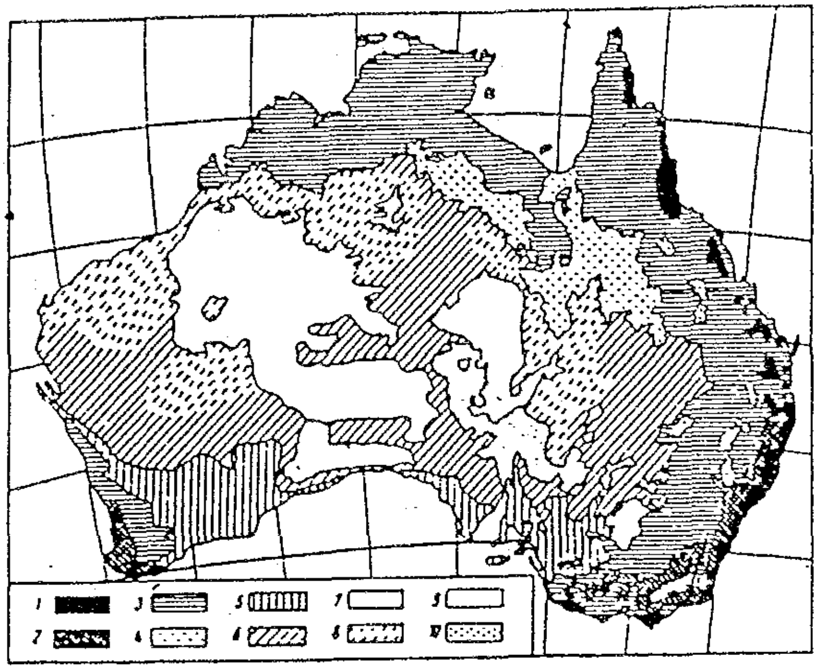


図6－3－3　オーストラリアの植生分布

(H.Walter : Die Vegetation der Erde, Bd. 1, 1964より)

解説：1. 熱帯～亜熱帯降雨林

2. 湿潤ユーカリ林

3. 乾燥ユーカリ林

4. イネ科草木類草原

5. 低木ユーカリ林 (Mallee Woodlands)

6. Acacia aneura 潅木林

7. アカザ科群落

8. Triodia(イネ科草木) 草原

9. 砂漠地帯

10. 高山岳地

第７章　豪州における半乾燥地林業の概要

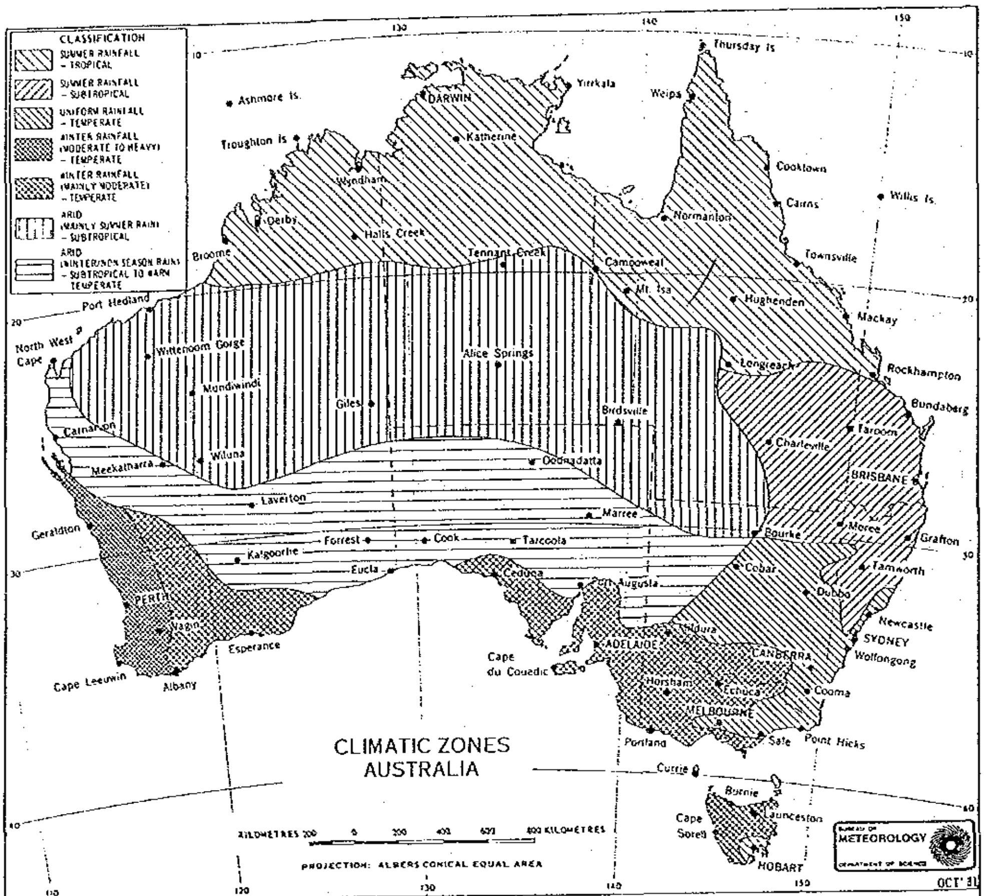
7. 豪州における半乾燥地農林業の概要

7－1　半乾燥地農林業の位置づけ

オーストラリア大陸は地形的には起伏が小さく，それ故に気候も比較的に均一で統一性があるが，半乾燥地においては逆に不均一で変異(Variability Index)が大きい点に留意されなければならない。

気候区分としての半乾燥地の定義については，諸説があるが，地理学的には，年降水量が０～２５０㎜の地域を乾燥地域(Arid Region)，２５０～５００㎜の地域を半乾燥地(Semi-arid Region)と定義するのが一般的で，オーストラリアの連邦政府林業試験研究機関並びに州政府森林局においてもほぼ同様の位置づけがとられている。（ＣＳＩＲＯ等における研究者との討論時に確認した）

一般に，気候の乾湿は蒸発散位(Potential Evapotranspiration)と降水量の関係で決定されるが，オーストラリアにおける気候区分は図７－１－１に示す様に，主に降雨型（季節性）により分類し，乾燥地域と半乾燥地域の明確な区分は存在していないことが特徴となっている。



CLASSIFICATION	SEASONAL CHARACTERISTICS SUMMER	WINTER
Summer Rainfall – Tropical	Heavy periodic rains (heavier in coastal & highland areas) Hot generally Humid in coastal areas	Generally rainless Mild to warm Dry
Summer Rainfall – Subtropical	Heavy periodic rains (heavier in coastal & highland areas) Mainly hot Humid in highlands & coastal areas	Some significant rain Mild
Uniform Rainfall – Temperate	Mainly reliable rain Warm to hot	Mainly reliable rain Cool to cold
Winter Rainfall (moderate to heavy) – Temperate	Irregular rain, mostly light Warm to hot	Reliable rain (moderate to heavy) Cool to mild
Winter Rainfall (mainly moderate) – Temperate	Mostly light irregular rain Warm to hot	Reliable rain (mainly moderate) Cool to cold
Arid (mainly summer rain) – Subtropical	Variably rain Hot to extreme Very dry	Mainly irregular light rain Mild to warm Dry
Arid (winter or non-seasonal rain) – Warm Temperate to Subtropical	Very irregular rain Hot to extreme Very dry	Variable rain, mainly light Cool to mild Dry

図７－１－１　オーストラリアの気候区分

7－2　半乾燥地農業のカテゴリー（第３章）

国際協力事業団，半乾燥地造林計画基準報告書（1985）１－２－２．半乾燥帯（Ｐ．29～）によると，同気候帯は，年降水量400～1,000mmと規定されており，この他にもＦＡＯ・UNESCO他，気候帯区分については，気候帯の区分手法が異なっており，それぞれの分類の根拠となる気候因子が同一でないために，統一性を欠いているのが現状である。

7－3　半乾燥地林業のカテゴリー

オーストラリアの半乾燥地林業の条件設定としては次の様なカテゴリーについて個別に考慮されねばならない。

①オーストラリアの半乾燥地の土壌と林木適地との関係。
②同国の塩類及びアルカリ土壌の起源と性質。
③同国の半乾燥地における塩類及びアルカリ土壌の改良と管理技術。
④塩類濃度及び耐乾性と林木生長との関係。
⑤半乾燥地土壌の施肥（特に微量要素）の技術的問題点。
⑥半乾燥地の潅漑技術と林業（造林）への応用技術。
⑦半乾燥地の水利技術と林業，流域管理植林への応用。

今回の及び半乾燥地基礎調査では，これらのカテゴリー全般にわたる詳細な調査を実施することはできなかったが，各州レベルの試験研究については，その一部を調査・視察する機会を得たので，第４章豪州における半乾燥地林業研究の概要及び第５章対アフリカ及び半乾燥地協力に対する技術的な問題点，５－２－１各州の半乾燥林業の技術開発の課題の項で，本調査団が得た知見の範囲内において記述している。

調査団が事前に送付したQuestionnaire に対するＣＳＩＲＯ－森林研究部，大学，各州の林業試験研究機関から回答は，そのすべてを得ているわけではないが，半乾燥地という独立したカテゴリーでの研究プログラム及び予算は少なく，極めて限定されたものであった。（Appendix- 調査団が豪州林業研究機関に送付したQuestionnaire 参照）

半乾燥地を含むオーストラリアの林業基礎研究（主にＣＳＩＲＯ－森林研究部キャンベラ本部及び各州支部森林研究部）ならびに個別林業技術開発とその普及（各州レベルの林業試験場・林業研究センター）に関しては，技術的にも高いレベルに達しており，林業技術，林産技術開発にも意欲的にとりくんでいることが理解され

た。

これら豪州における半乾燥地・かんそうちの林業試験研究プログラムの詳細内容と集積されている各種技術データーを質的量的にカテゴリー別に分類／解析することにより，同国の半乾燥地林業の技術的レベルの評価と方向性を把握することは，我国の国際協力の発展のために極めて意義深いものと思われ，同国との技術協力の拡充と発展のためにも，個別技術をより正確に調査することを目的とする調査団の派遣が重要な意味をもつものと思われる。半乾燥地林業の位置づけをより明確にしぼることと，同時に広く環境問題の立場と視点から同国に蓄積されている技術データーの活用法・同国に集積されているノーハウの利用法をみ直してみることも，我国の対アフリカ及び半乾燥地林業技術協力に資するところ大であると判断される。（その意味において，次回の調査団には環境問題専門家・土地利用問題専門家・社会経済開発専門家・農林業経済専門家等が参加することにより，より広くかつ深い調査内容を目標とすることも，ひとつの検討事項になるものと思慮される。）

第８章　豪州における半乾燥地農林業研究の概要

8. 豪州における半乾燥地林業研究の概要

8－1 発展経過と現状

オーストラリアにおける林業試験研究は，1940年代までは，天然林施業を中心とする森林経営形態をとってきたため，森林立地（土壌・植生分類調査を主体とする），森林施業（伐採・搬出技術開発を中心とする），及び木材利用（製材・合板等の木材利用技術）に関する研究が主流を占めていた。1950年代以降ラジアータ松・スラッシュ松等の外国産導入樹種の人工造林が開始されるにともない，天然林施業から人工林施業へと研究対象が移行し，種子採取・育苗技術，造林・保育技術等に関する試験研究が盛んに行われてきた。一方，機械化システムを導入することにより省力化林業体系を確立する必要に迫られたため，1960年代以降は，機械化地拵え・機械化伐採搬出技術開発に関する試験研究が鋭意すすめられた。半乾燥地域を対象とする国土保全・治山治水事業については，1960年代後半からその必要性が叫ばれ，各州の林業研究機関においても1970年代より州土地保全局，同農業局と協力して各種の実用的試験研究が実施されている。連邦レベルでは，ＣＳＩＲＯの森林研究部(Divison of Forest Reserch)において進められており，２年毎に発行される研究報告書にその成果が集約されている。

8－2 主要林業研究機関の概要

ここではＣＳＩＲＯとＡＣＩＡＲの組織並びに研究プロジェクトの重要項目について，その概要をのべることとする。

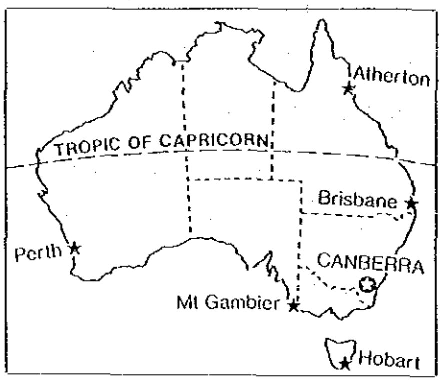
8－2－1　ＣＳＩＲＯ・森林研究部

本部はキャンベラに設置されており，ノーザンテリトリー，ビクトリア州をのぞく各州に，研究センターが設けられている。同研究部の本部と研究センターの位置は下図の通りである。

1985年現在８つの研究プロジェクトが存在しており，その各々について研究項目を概説する。

Forest Research CSIRO

Centres



①モデル化と生物測定学

ラジアータ松の炭素・水・窒素バランスのモデル化，森林生産力の上限，林木成長データーのコンピューターデータベースシステムの確立等が重要項目となっている。

②土壌と有機物

Eucaluptus delegatensis の生態と土壌生成プロセスに関する研究，ラジアータ松造林地における落葉・落枝量と有機物の有効利用に関する研究，スラッシュ松造林地における有機物の循環と窒素固定に関する研究，山火事による有機栄養物の喪失に関する研究，森林バイオマスの推定法等の研究項目が中心となっている。

③遺伝子源と育種

ユーカリ類の授粉生態，産地試験の評価法，材質性向上育種，種子センターの機能強化，遺伝子源入手の為の代替戦略開発に関する研究等が主要研究項目となっている。

④森林施業

ユーカリ類造林地の新収穫技術の開発，チップ材生産における剝皮方法に関する研究，等が重要項目となっている。

⑤生態生理学

人工造林樹種の成長データーと生理に関する研究，熱帯産広葉樹種の生理学的研究，ユーカリ類の落葉性昆虫に関する研究等が主要項目となっている。

⑥森林火災等のコントロール法

ユーカリ林での火災実態調査，天候と草原火災の実態調査，消火器材の開発等の研究に取り組んでいる。

⑦森林生態

ユーカリ林の施肥が土壌水分中のイオン構成に及ぼす影響，Eucaluptus diversicolor に窒素・燐酸を施肥した場合の成長反応，Eucaluptus marginata林の火

災が有機栄養分に与える影響等が重要研究項目となっている。

⑧森林病虫害（森林保護）

ユーカリ類の胴枯病に関する研究，ラジアータマツの病虫害抵抗性試験，マイコライザによるユーカリ類の生産性向上に関する研究等が重点項目となっている。

半乾燥地林業を研究対象とする独立したプロジェクトは組まれていないが，“乾燥地アカシア類の種子ハンドブック”が同森林研究部の編集により，1983年にFAOから発行されている他，“種子から試験造林まで”と題する発展途上国を対象としたオーストラリア原産樹種の造林マニュアルがADABの予算を得て近く発刊される。また，“木材生産のためのユーカリ類”が同森林研究部の監修をへてACADEMIC PRESS社より刊行されている。

8－2－2　ACIAR・林業部

ACIAR は国際協力に資するため，最近設立された国際農林業研究機関である。途上国に適応するオーストラリアの個別農林業技術開発とその普及に重点がおかれており，本部はキャンベラにおかれているおり，CSIRO森林研究部，各州政府林業研究センター等に委託して，次のような，プロジェクトを実施している。

①オーストラリア原産樹種の薪炭林造成及びアグロフォレストリーのための有効利用プロジェクト

同プロジェクトは，オーストラリア原産の未利用樹種，潅木種を発掘して対途上国の薪炭林造成・アグロフォレストリーに貢献する情報を提供する目的で発足したもので，第1段階として以下の様な樹種が選抜され，1986年に“Multipurpose Australian Trees & Shrubs”としてACIAR より出版されている。

Acacia ammobia
A. ampliceps
A. ancistrocarpa
A. aneura
A. argyrodendron
A. aulacocarpa
A. auriculiformis
A. bidwillii
A. brassii
A. burrowii
A. calcicola
A. cambagei
A. cincinnata
A. coriacea
A. cowleana
A. crassicarpa
A. difficilis
A. falciformis
A. fasciculifera
A. flavescens
A. glaucocarpa
A. harpophylla
A. holosericea
A. irrorata
A. julifera
A. latzii
A. leptocarpa
A. ligulata
A. macdonnelliensis
A. maidenii
A. mangium
A. mearnsii
A. monticola
A. murrayana
A. neriifolia
A. oraria
A. pachycarpa
A. pendula
A. plectocarpa
A. podalyriifolia
A. polystachya
A. pruinocarpa
A. rothii
A. salicina
A. shirleyi
A. silvestris
A. simsii
A. stenophylla
A. tephrina
A. torulosa
A. trachycarpa
A. tumida
A. victoriae
A. xiphophylla
Albizia lophantha
A. procera
A. toona
Allocasuarina campestris
A. decaisneana
A. littoralis
Alphitonia excelsa
Atalaya hemiglauca
Banksia integrifolia
Buckinghamia celsissima
Callitris endlicheri
Cassia brewsteri
Casuarina cunninghamiana
C. obesa
Dendrolobium umbellatum
Dodonaea viscosa
Eucalyptus brevifolia
E. gongylocarpa
E. jensenii
E. ochrophloia
E. odontocarpa
E. oxymitra
E. socialis
E. trivalvis
Grevillea parallela
Lophostemon suaveolens
Melaleuca arcana
M. bracteata
M. cajuputi
M. leucadendra
M. nervosa
M. quinquenervia
M. symphyocarpa
M. viridiflora
Melia azedarach var. *australasica*
Neofabricia myrtifolia
Parinari nonda
Persoonia falcata
Petalostigma pubescens
Sesbania formosa
Syncarpia hillii
Syzygium suborbiculare
Terminalia arostrata
T. sericocarpa
T. volucris
Ventilago viminalis

②開発途上国のためのオーストラリア原産アカシア類の導入試験プロジェクト

オーストラリア原産のアカシア類は，中央部の砂漠地帯を中心に約90種が知られている。

<u>オーストラリア中央部に天然分布するアカシア類</u>

Acacia acradenia
A. adoxa
A. adsurgens
A. ammobia
A. ampliceps
A. ancistrocarpa
A. aneura
A. basedowii
A. brachystachya group
A. calcicola
A. cambagei
A. catenulata
A. chippendalei
A. colletioides
A. coriacea
A. cowleana
A. cuthbertsonii
A. dictyophleba
A. dolichophylla
A. ensifolia
A. estropholiata
A. excelsa
A. farnesiana
A. georginae
A. gonoclada
A. helmsiana
A. hemignosta
A. hilliana
A. holosericea
A. inaequilatera
A. jamesiana
A. jutsonii
A. kempeana
A. ligulata
A. lysiphloia
A. macdonnelliensis
A. maitlandii
A. microsperma
A. monticola
A. murrayana
A. nelsonii
A. orthocarpa
A. oswaldii
A. pachyacra
A. perryi
A. petraea
A. prainii
A. pruinocarpa
A. pyrifolia
A. quadrimarginea
A. retivenia
A. rhodophloia
A. salicina
A. sessiliceps
A. spondylophylla
A. stenophylla
A. stipuligera
A. stowardii
A. strongylophylla
A. tenuissima
A. tetragonophylla
A. torulosa
A. tumida
A. validinervia
A. victoriae
A. wanyu

オーストラリア中央部以外に天然分布するアカシア類

Acacia arrecta
A. bivenosa
A. citrinoviridis
A. hamersleyensis
A. sclerosperma
A. trachycarpa
A. arida
A. atkinsiana
A. marramamba
A. acuminata
A. coolgardiensis
A. craspedocarpa
A. exocarpoides
A. longispinea
A. uncinella
A. deanei
A. decora
A. ixodes
A. leptostachya
A. longispicata
A. omalophylla
A. sparsiflora

これらオーストラリア原産のアカシア類は，主に1970年代から，熱帯アフリカ・東南アジア各地に導入されたが，それら導入試験の結果を評価するために実施されたプロジェクトで，その結果は，1986年に"Australian Acacias in develooing Countries"と題してACIAR より出版されている。(ACIAR proceedings No.16) それによれば，一般にアカシア類は塩性土壌・アルカリ性土壌にも高い抵抗性を示す樹種が多く，特に高い耐塩性を示す樹種として以下の樹種をあげている。

Acacia maconochieana
A. stenophylla
A. auriculiformis
A. oraria
A. leptocarpa
A. salicina
A. auriculiformis
A. ligulata
A. ampliceps
A. ampliceps
A. ampliceps
A. ampliceps
A. bivenosa