

# コシウ栽培のコツ

～樹齡延長と生産安定～

昭和57年4月

国際協力事業団

703  
84.2  
ESE

海外  
J.R.  
32 18



JICA LIBRARY



1025631[13]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 15	703
	84. 2
登録No. 00263	EPE

## は し が き

北伯における日系移住者の農業上重要作物であるコシヨウは、近年病害により著しい生産低下に陥った。

当事業団はこの問題解明の一環として、JAMIC（直営アマゾニア熱帯農業総合試験場へ、岸 光夫専門家を派遣し、同専門家は2年間の任期を終了して今般帰国した。任期中、栽培生理の面からコシヨウの健全樹育成に必要な諸改善点につき研究したので、帰国後同上試験場在勤中得た経験をもとに、移住者のコシヨウ栽培上教本として活用する本冊子の執筆を依頼したものである。

北伯におけるコシヨウ栽培農家への普及資料として広くご活用いただければ幸いです。

昭和57年4月

移住事業部長



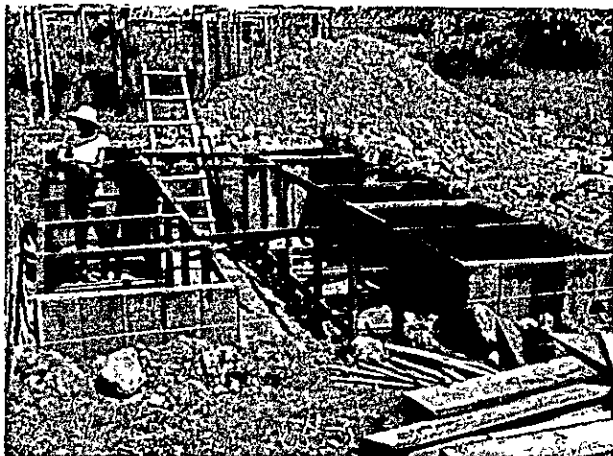


図1 ルート・ボックスの骨組み  
1㎡ 6個 2列 12箱 各箱内側に1㎡の  
ガラスを張る



図2 支柱にそって苗木植付け  
前年の11月下旬挿木 ギョト育苗 1980年  
3月21日植付けた

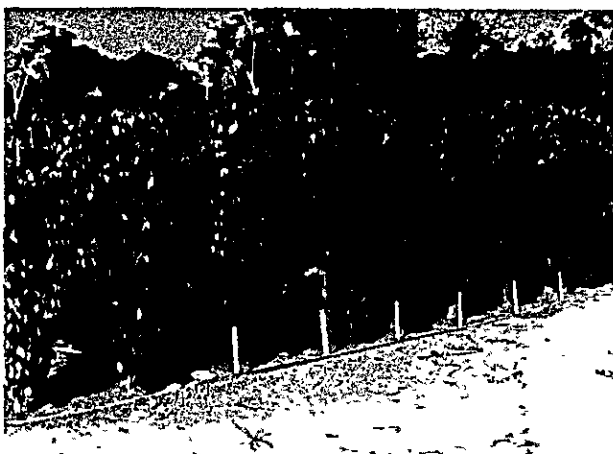


図3 ルート・ボックス植付1年後の樹の成育  
ラベルの箱が供試樹 他の樹は環境を等  
しくするために設けた



図4 既存圃の深耕機 パンター（圧縮空気深  
耕機）樹の対面 樹冠下2カ所に噴射  
した 1年間に6カ所を実施する予定  
断根をおそれて3回に分けて実施

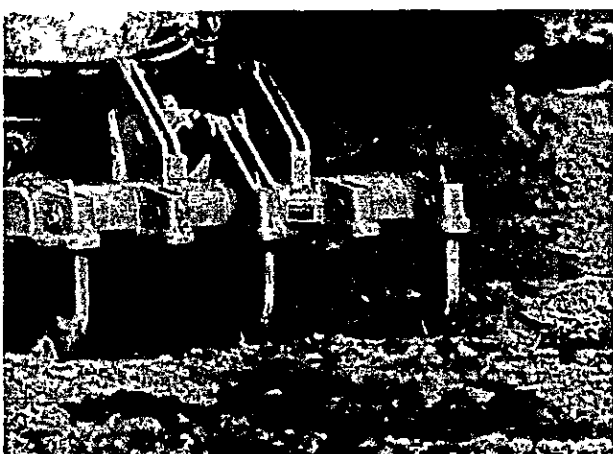


図5 ブルドーザーにとり付けたサブノイラー  
のすき 間隔75cmであるので位置をかえ  
て2回通し 深耕間隔を35cmとする 深  
さは約55cmに入る



図6 サブノイラー深耕圃の植付約1カ月のコ  
ショウ樹列 間作緑肥はカッピンサント  
支柱の高さ2.5m 30×25m植





# 目 次

1	はじめに	1
2	Tome -Açu の気象概要	1
3	土壌特性～原始林の土壌	2
	(1) 水成土壌の特性	3
	(2) Tome Açu 地区の土性と根群	4
	(3) Castanhal 地域の土性と根群	6
	(4) Manaus 地域の土性と根群並に深耕の効果	8
4	コショウ樹の生理的特性	10
	(1) 耐旱力は強い	10
	(2) 耐水性は弱い	11
	(3) 根の伸長には空気が大切	11
	(4) 光合成能と結果量の関係	12
	(5) 樹体は半木性で日焼けに弱い	14
5	根腐病, 枝枯病, 胴枯病の原因	14
6	生産安定の技術対策	16
	(1) 深耕で根がよく伸びる	16
	(2) 深耕の方法と効果	19
	(3) その他関連事項	20
	(a) 今後の調査事項(ルート・ボックス)	20
	(b) 摘穂について	20
	(c) カン水と深耕	21
	(d) 土壌に有機物の補給を	21
	(e) 深耕の効果の持続性	21
	(f) 土壌表面管理と施肥	22
	(g) 排水について	22
	(h) 他の熱帯作物と深耕	22
7	む す び	22
8	附 記	24



# コショウ栽培のコツ

## ～樹令延長と生産安定～

農学博士 岸 光 夫

### 1 はじめに

北ブラジルの日系移住地にコショウの栽培種が導入されたのは、1933年、当時の南拓社員白井牧之助である。持ち込まれた苗木は、栽培法の未知や消費量の減少で価格が安く、圃場の片隅に放置されたままであった。終戦の頃から国内の需要を満たすことのできない生産量と輸入の停止から価格が高騰し栽培熱に火をつけた次第である。その後順調に生産量が増加したが、1965年頃より植付けた樹が、数年以上の樹令を保てなくなり、生産が不安定となってきた。特に連作圃場において著しく短命になる傾向であった。

国際協力事業団（以下JICAという）では、当地移住者の経営の柱であるコショウが、原因不明とされている病害の防除対策を樹てるため、試験場を設けて鋭意研究を続けられてきた。筆者もコショウ樹の栽培体験は全くないのであるが、2カ年間、試験場でコショウと対面しながら特性をつかみ、永年作物の栽培生理の面から、樹令の延長を図るためには、病虫害に犯され難い樹勢の維持にはどうすればよいかの課題にとり組み、明るい見通しをつけたので、その概要を報告し栽培法の改善に資してもらいたい。

### 2 Tome-Açu の気象概要

JICAのAmazonas 熱帯農業総合試験場（INATAM）は、PARA州、Tome-Açu 郡、Tome-Açuに位置し、南緯2度31分、西経48度22分、Belem市の東南約250km、原始林を伐採整地して造成された立地で、標高は15mである。

当地で観測した気象は第1表の通りである。気温は1年中ほぼ一定で、月による変化は各区分共±1℃を越えない。日照時間も春夏秋冬による差はほとんどなく、年中12時間内外を保っている。年降水量は平均で2600mmであるが、第2表で示した通り18年間の分布は、2,000~3,000mmに亘っている。さらに月の分布を見ると、明らかに乾期と雨期に分かれ、12月より5月に78.5%、6月より11月には21.5%となっている（第3表）。降雨時間帯は1978年を例に調べたところ、9~15時に

第1表 Tome-Açu の気象の概要

区 分	年 平 均
気 温 ℃	27.0
最高気温	32.3
最低気温	22.2
降 水 量 mm	2,578.6
湿 度 %	84.6
地 温 ℃ 5cm	28.8
20"	28.4
30"	29.3
日 射 量 カロリー/cm	3,285
蒸 散 量 mm	78.4

注1 INATAM測定（1968~79）

2. 南緯2度31分 西経48度22分

135%, 15~21時に52.9%, 21~9時に33.6%であり、大部が夕方から夜中に降る。

Amazonas 河流域は Caribu 海から南下する水蒸気が雲となって空を覆い、東北から吹く微風に乗って動いている。乾期、雨期を通じて同様であるが、雨期には厚い雲が通過するので、その時シユウ(驟)雨を降らせる。乾期には厚い雲が現れない。筆者の2カ年間の滞在で、午前中に雨の降った日は1回しかなかった。

湿度は84.6%でかなり高いが、体感はほとんど蒸し暑さを感じないし、洗濯物の乾きも極めて早いことから、常にサラッとした暑さである。湿度の日変化は、早朝の最低気温になる時は100%になるが、最高気温の時間には40~45%, その中間が84%内外で、これも年間の差はほとんどない。地温は観測場所では第1表、農地では第7表である。日変化は少なく一定を保っている。30mの深さより吸み出す水温は29℃であり、そのままシャワーに使用されている。

第2表 18年間の降水量分布  
mm

年次	降水量 mm
1963	2,817.0
64	3,015.3
65	2,275.9
66	2,402.4
67	2,878.1
68	2,571.0
69	2,084.2
70	2,724.5
1971	2,931.7
72	2,364.5
73	3,106.9
74	2,892.4
75	2,781.3
76	2,002.9
77	2,608.9
78	2,923.7
79	1,951.6
80	2,429.1
平均	2,597.9

注 INATAM測定

第3表 降水量の分布(1968~78)mm

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
降水量	3166	3423	4654	4229	3449	1314	1302	676	817	607	939	1779	2,635.5
	← 2,070.0 (78.5%) →					← 565.5 (21.5%) →							

注 INATAM測定

日射量は第4表の通り1日当たり307.2 Cal/cm<sup>2</sup>で、乾、雨期における差は見られない。各月の最高、最低の差も表の通りで時期による変化はほとんど見られない。これは降水分布で述べたように、シユウ雨による降水によるもので、短時間に多量の雨を降らせ、すぐ晴間が現われるのである。蒸発量は日平均2.6mmでありかなり多い。

### 3 土壌特性~原始林の土壌

Amazonas 河は、はるか600万年前までは大平洋に流れていたが、南米の西海岸で火山活動が活発に

第4表 日射量の年変化(Cal/cm<sup>2</sup>)

月別	平均	最高	最低
1	303.3	406.7	169.7
2	300.9	396.0	145.5
3	321.2	425.6	145.5
4	284.3	396.3	102.4
5	299.3	385.3	199.3
6	290.9	390.6	199.3
7	300.1	390.6	234.3
8	315.5	380.1	150.8
9	337.8	398.7	242.4
10	310.2	396.0	118.2
11	312.2	396.0	202.0
12	310.5	396.0	177.8
平均	307.2	396.0	173.9

注 1979年度 INATAM測定

活動し、Amazonas 河口が隆起して、西方に流れることができなくなり、現在のマラニョウ島の両側の底部を決壊し、大西洋に流出した。

そのために Amazonas 河の水位は Belem 附近でどのくらい下ったかについては、筆者の観測では 30 m 内外ではないかと思う。INATAM に勤務中 Santarem 市近郊のコショウの生育調査と土壌調査に行った時、市内より南方約 25 km 近くに、断崖が長く続きその下より 20 m 位の高さに、以前に河水の表面、すなわち波打ち際と思われる線が見られたので、この面まで水があったのではないかと想像した。岸より下の平地の土性は排水佳良な砂質、上の平地は洪積層で重い土である。

Santarem は Belem の西方約 720 km、南緯 2 度 45 分、西経 54 度 74 分で、Amazonas 河に沿い、水路の重要な位置を占めている。町は河に沿って開け、ほとんど平地で標高は 10 m 内外である。

したがって河の流れが東進した結果、現在の標高 30 m 以下の立地は総て河底の露出によりできた土層であり、この地域は膨大な範囲に亘っており、Amazonas の原始林（熱帯雨林）と称されている大部分は、水中から露出した土の上に長年月の間に自然発生的に造られたものである。原始林を見るにつけ常にその古さを感じつつ日を送っていた。

#### (1) 水成土壌の特性

水の動きで河底に積った土を、筆者は「水成土」と称したい。土性はポドソルと称され、緻密で硬く、粘土率は高く（第 5、6 表）排水は不良である。岩佐 安の分析によると、日本の一般的な耕土と比較すれば、極めて瘠薄である。すなわち  $\text{PH}$  が 4.7~5.1 ( $\text{H}_2\text{O}$ )、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0.22 mg/100g、 $\text{K}^+$  0.04 me/100g、 $\text{N}$  0.06~0.04%、 $\text{Al}^{+++}$  1.40 me/100g、 $\text{Ca}^{++}$  0.22 me/100g などである。

原始林の三相分布を見ると第 5 表の通り、固相率がかなり高く、液相は雨期の調査で 33~36% と多く、気相は極端に少ない。乾期になると液相が減り気相が増加する。

一方原始林の最高樹高は 55 m、それ以下でも樹木とみなされる樹は、40~50 m に達しており、樹冠下には耐陰性のカン木が無数に生えており、林の中はカン木を伐採しない限り進めない。これらの樹の根張りは極めて浅く、精々 20 cm 位であり、盛土になった部分にはやゝ深くまで張っている。筆者はこんな浅根であるに拘らず、大木に育つことは誠に不思議と考え、これを究明したいと考えたこともある。

INATAM の圃場で、慣行に従って伐採整地して

第 5 表 原始林深部の三相分布 (%)

深さ	固相	液相	気相	粘土
40cm	58.4	33.7	7.9	51.4
60	57.3	34.9	7.8	53.2
80	55.4	36.7	7.9	54.7
100	57.6	35.9	6.5	55.3
平均	57.2	35.3	7.5	53.7

注 調査は雨期の 1 月 12 日採土 4 カ所の平均 (INATAM)

第 6 表 Tome-Açu コショウ園の三相分布 (INATAM)

深さ	固相	液相	気相	粘土
5cm	54%	17%	29%	36.5%
20	59	23	18	44.3
40	59	25	16	50.3
60	55	27	18	54.8
80	55	26	19	54.8
平均	56.4	23.6	20.0	48.1

注 乾期、雨期の平均である。

約5年放置した畑に、縦65m、横35m、深さ10mの穴を掘り、側面に見られる根を調べたところ、約23cmと、20cmの深さに各1本の径15cm位の根があった。それは比較的長く伸びているようであり、それ以外には全く根が見当たらない。また原始林内の倒木を見ても、ほとんどが極めて浅い根張りであり、それが地面に露出するようなところでも、落葉による敷もの、原始林内の湿度の高さ、日照がほとんど地面に達しない等の影響で健全な生長を遂げているのである。それは水成土が、根の伸長を許さないものかあると考えられる。筆者の体験は日本でのことであるが、癸河川敷地で、長い間河底であった土は、水の流れと共に堆積された砂土が多い。この畑に植付けられたフドウの根は、開墾された深さ40cmのところまでは伸びていたが、その境界線に達すると、水平に伸長してそれより深く入っていない。極めて明瞭な境を造っているのには驚いた次第である。現在の科学では解せない事実であった。したがって原始林の巨木も浅根であるのは水成土であるためと理解している。東南アジアの原始林も耕土が浅く、農耕地としてはそのまま利用するには問題があると称されている。(吉良竜夫談)

(2) Tome-Açu 地区の土性と根群

第6表は数年前常法により伐栽整理されたコショウ園の三相分布である。乾雨期の平均を示したもので、固相の多いことは第5表と同じである。雨期は液相が増すので根が堪えられるかどうか気になるところ。

地温を時期別、深さ別に示したのが第7表である。裸地において、乾期で10cm内外まで、雨期においては5cmまでは、根の伸長又は吸収能力を底下させる温度になるが、10cmより下では根を枯死させる温度ではない。土壌水分については第8表で示された通り、乾期である10、11月には50cmの深さまで、かなり乾き、樹の早害が心配になる。根群分布が浅ければなお更であろう。

Tome-Açuの立地における6年生で、慣行による植穴を掘り、土壌表面管理を敷草とした樹を、幹を中心に半分を深さ、拡がり別に調査した結果が、第9表、10表である。

深さを見ると20cmまでに78.9%を占め、20cm以下には残り21.1%である。表層部のなかで10~20cmの間には、太根が多く存在するが、これは植穴が耕起してあるので、ここに集中していた。中根も同様である。0~10cmの表面には、温度、水分の関係で大、

第7表 INATAMの時期、深さ別地温(°C)

時期	区分	深 さ		
		5 cm	10 cm	50 cm
3月	最高	36.8	30.3	28.7
	最低	24.0	25.3	28.3
	平均	28.3	28.3	28.5
10月	最高	43.2	35.8	32.9
	最低	27.9	31.1	32.6
	平均	34.3	33.5	32.6

注 乾期は10月で、雨期は3月で代表された。(INATAM)

第8表 土壌水分の時期、深さ別変化(PF値)

時期	深 さ		
	10 cm	20 cm	50 cm
3月	1.51	-	0.93
4月	1.59	-	1.47
9月	2.57	-	1.98
10月	2.67	2.70	2.60
11月	2.73	2.70	2.71

注 各測定値は、上旬の平均圃場容水量は1.5~1.8である。水分当量は2.7である。(INATAM)

第9表 6年生コショウ樹敷草の根群分布 その1 深さ別(1981 2)(大堂)

深さ cm	根 量			
	細根 g (%)	中根 g (%)	太根 g (%)	計 g (%)
0 ~ 10	2915(596)	445(144)	400(127)	3760(337)
10 ~ 20	945(193)	1330(574)	2760(873)	5035(452)
20 ~ 40	710(145)	750(242)	0	1470(132)
40 ~ 70	315(65)	570(184)	0	885(79)
計	4885(438)	3095(278)	3160(284)	1,1150

注 細根0~5mm, 中根5~10mm, 太根10mm以上

第10表 6年生コショウ樹敷草の根群分布 その2 拡がり(1981 2)(大堂)

幹からの 距離 cm	根 量			
	細根 g (%)	中根 g (%)	太根 g (%)	計 g (%)
0 ~ 20	705(144)	1585(511)	2760(873)	5050(453)
20 ~ 40	1660(340)	640(206)	210(67)	2510(225)
40 ~ 60	1130(231)	370(119)	190(60)	1690(152)
60 ~ 80	905(185)	420(135)	0	1325(119)
80 ~ 100	485(100)	80(29)	0	565(51)
計	4885(438)	3095(278)	3160(284)	1,1150

注 第9表と同じ

中根が育ちにくく、細根が常に更新しているためであろうと思われる。40cm以上となると植穴や支柱を建てるために耕起している部分にのみ根が認められ、その他の部分にはほとんど伸びていない。

第10表は根の拡がりを示したもので、幹の近く、すなわち20cmの範囲に45%を占め、拡がりからすれば、鉢栽培の如き感がある。これは深さの項で述べた通り、植穴の部分に深く且つ多くの根が伸びている証しである。距離が遠くなるに従い根量は減少し、太根は60cmまで、それ以上には認められない。また敷草といえども充分な株間を与えられているのに拘らず、1m以上の距離には達していない。掘り上げているところを観察していると、原始林の根が走っており、既に腐敗しているところには、コショウの根がその中に入り伸長していることがみられた。根の腐ると多くの菌が存在するので、根が犯され易いと考えられるが、活力の強い健全根であれば、全くそれには犯されないことを証明している。

この試験の調査樹の樹冠面積は125㎡で、解体した結果は総て生態重で、葉重10940g(11,092<sup>枚</sup>), 花穂は幼いものであって、1651g(2303<sup>穂</sup>)(1穂重は0717g), 幹, 主枝, 側枝等の莖は27,112gであった。葉と果穂を除いた重量でT/R率は、1213である。著しく根量の少ないことを示しており、抵抗力のある樹造りとしては、根量の増加が望まれる。(大堂)

この樹は、試験のために植付けたので、できる限り地力の均一化を図られている。その位置の土壤の物理性を調べた結果は第11表の通りである。雨期であるので気相が20 cm以下では特に悪い。又固相率の高いことは前例と同じであるし、深層の透水性不良はこれまた根の伸長を不可能にしていると思われる。

第11表 根群分布調査樹の土壤物理性 (1981 2) (大堂)

深さcm	固相 $\sigma_c$	液相 $\sigma_l$	気相 $\sigma_g$	仮比重	透水性
2~8	515	325	130	140	428mm
10~15	175	310	185	122	231
20~25	575	327	98	147	42
40~45	586	339	75	149	9
65~70	573	362	75	146	5

注1 仮比重は固相率と同じ役割で“ち密度”を示している。  
 注2 透水性は土中の水の浸透速度で時間当たりの長さで示した。

INATAM 圃場で肥料試験に供されている樹の、樹冠外周直下の深さ別根量を、ノイル・オーガーを用いて調べた結果は、第12表である。第9表の調査結果と対比して見ると、中層に根の多いことがわかり、深い層には少ない結果を示しており、ノイル・オーガーを用いた調査と堀上げ調査との間には大きい開きがないと見られる。いずれにしても根張りの浅い点については、全く変りない。

第12表 INATAM圃場の5年生コショウ樹の深さ別根量(大堂)

深さcm	根 量	
	生態重 $\sigma$	同比率%
0~20	632	65.8
20~40	301	31.4
40~60	027	2.8
計	961	100.0

注 ノイル・オーガーによる調査、5本の平均、幹より70cm離れたところより採土

### (3) Castanhal 地域の土性と根群

Belemの東方に位置する区域であり、北方は大西洋に伸び、ほとんど平地で河川の流れは止まっているため、湛水が心配な土地である。土性はTome - Açúに比べて少し軽く、微砂が多く、それだけ粘土が少ないところではあるが、排水が必ずしも良好でない。

調査地区はコショウ栽培を行っているところの、Nova Timboteva, Peixe Boi, Igarapé-Açuと第3 Tome Açúの高松氏園も示した。いずれも土性から見るとほゞ等しいコショウ園である。

土壤の三相分布を第13表に示した。先づCastanhalの3園を見ると、固相率についてはほとんど同じであるが、液相は乾期に入った6、7月の調査で、橋口園は25 cmまでは少なく、深部は多くなっている。中野園は全般に排水不良と見られ、含有量は高く、雨期には地表面まで湛水するのではないかと思われる。岡島園は20 cmの深さは排水のよい土性であるが、かなり膨(ぼう)軟であって保水性に乏しい土性であるともみられる。

気相について見ると、橋口園は25 cmまでは極めて好ましい含量であるが、40 cm近辺には相当硬い層が存在し、透水性を悪くすると共に、水分含量が多く空気は不足している。中野園は20~25 cm附近に硬い層があり、この上、下共に通気性の悪い土であって、根の伸長が水と空気不足で伸長できないか、伸びても十分な活力のある根の維持がむつかしいと見られる。岡島園は40 cm附近



第13表 Belem近効コンジョウ園の三相分布(1980~81)

地区名	Castanhal			Castanhal			Castanhal		
圃主	1 橋 口			2 中 野			3 岡 島		
三相区分 深さcm	固相%	液相%	気相%	固相%	液相%	気相%	固相%	液相%	気相%
0~5	525	188	287	588	257	155	627	313	60
20~25	515	195	290	669	278	53	526	190	284
40~45	628	261	111	582	268	150	597	278	125
60~65	534	225	241	529	233	238	562	263	175

第3 Tome-Açu			Nova Timboteva			Peixe Boi			Igarape-Açu		
4 高 松			5 諸 富			6 諸 富			7 永 野		
固相	液相	気相	固相	液相	気相	固相	液相	気相	固相	液相	気相
570	240	190	526	190	284	532	200	268	512	195	293
568	310	122	600	265	135	605	275	120	548	270	182
520	290	190	529	259	213	545	280	175	525	300	175
525	305	170	527	190	283	580	335	85	612	330	58

注 調査は、6~7月に行った。樹齡Castanhalは3~4年生。他は6~7年生である。

に不透水層が見られ、なお地表面も何かに踏み堅めた土のところを採集したため、このような数字になったのであろう。

その他の4地区の園について見ると、何れも20~25cmの気相が少なく、ここに不透水層ができており、これを通り越して根は伸びていかない土層である。固相、液相についてはCastanhalのそれと変わりなく、深層で透水不良、湿地であるところは、液相が多くて気相は少ない。

生い立ちを同じうするこの地域は、細部は異なるにしてもほぼ同様に取扱ってよいものと考えられる。したがってその代表としてCastanhal岡島園で、5樹の樹冠外側直下で深さ別根量を調べた。その結果は第14表の通りである。深さ別に見ると40cm以上に91%、それ以下にはほとんど見られない。中でもC樹は地表面に圧倒的に多く、20cm以下には極めて少ない。これに反しD樹は根量は多く中でも30cm附近に最も多かった。

第14表 Castanhal 岡島農場根群分布

樹別 深さ	A	B	C	D	E	合計	同比率
0~20	155	289	296	200	075	1015	49%
20~40	170	285	039	308	060	862	42
40~60	058	000	000	094	035	187	9
計	383	574	335	602	170	2064	100

注 第13表の3と同一農場である。ノイル・オーガーによる。

第13表の三相分布の3と第14表とを比較検討して欲しい。

以上の通りこの地域全般を見て、伐栽整地されたのは相当古いので、総てが手開墾であったと考えられるが、近年に到り大型機械による整地された場合には、土性により鎮圧する深さは異なるが、土壌水分が適当にある時に行つたとすれば、3～4トン台のフルトーサーでは、40cm近くまで堅めてしまうのではないだろうか。またその後の作付けには、トラクターによる鎮圧深は25cm位までであろうが、たび重なるにつれて堅さを増し、その部分に不透水層を形成したものと思われる。この堅い層にコショウの根は空気不足で伸びることはできない。その中でも局部的に膨軟で含空気の多い部分があれば、伸びてゆくが、環境不良になると枯死することもある。

セラードで短期作物の栽培に当って、表土環境を整理して播種しても、耕土がトラクターのスキ深は浅いので、1～2年目は生産が維持されるが、3年目になると収量が激減して収支が合わないという。これを調べた専門家によれば、スキ床ができてそれ以下には根が伸びていかない。その結果は幼令時に10日ばかりの旱魃で枯れるという。この様に原因が判明したので、サブソイラーで40cm深の深耕することにより生産安定と増収を治めることができたと教えてくれた。この場合耕起、整地、播種収穫、運搬等に使われる大型機の土壌鎮圧もあることを忘れてはならない。

当地区のマモン（ババイヤ）の排水不良や、旱魃による成熟の遅延は、樹の水分生理を害しているからである。カン水による旱害防止策は必要ではあるか、必ずしも水の確保で実行できないところも多い。独自でできる手段は、述べてきた通り根を深く掘りかきさせる管理、即ち深耕であり、水の浸透性をよくし、地下排水を基準にすれば、生産性の向上は間違いない。コショウに就いても全く同様である。

#### (4) Manaus 地域の土性と根群並に深耕の効果

この調査地はManausの対岸で20～25kmはなれたベラ・ピスタ移住地である。入植27年、現在養鶏を主業とし、次いでコショウ、ガラナや一部マモンを栽培している。土性は排水のよい砂壤土で、耕土は20cm内外、整地で埋めたところは自然に耕土が深くなっている。こゝも「水成土」と見なされ放任では根が深く伸長しないと料想されるところである。したがって当地の指導者である矢野は、部分的であるが40cm深のタコツボ式深耕により樹勢の維持と20年の樹令を保っている。北ブラジルに於ける唯一の深耕を行っている産地で貴重な資料である。

調査園は樹令10年と18年生の中から、揃った樹を選んだ。深耕は植付後4～5年頃、幹より55cm外周に大きき50×40cm、深さ35cm内外の穴を掘り、雑草、鶏糞を投入して埋め戻した。

両園共調査は深耕部と無深耕部を1樹から2カ所を選んで行った。即ち園主の指示により幹より7～80cm離れたところを、深耕部は2カ所、その幹の反対側は無深耕部で1カ所を測定部として選定した。根の採取、三相分布の調査も同一個所で行っている。

根量調査はソイル・オーガーを用い、深さ区分に従ってその部分の土を(径10cm)掘り上げ、そ

の中にある根を拾い集めて重量で現した。根の太さ区分は略した。三相分布は35cm深を重点にし、1部で50cm深を調べた。

その結果深さ別の根量を見ると、深耕区の20~40cmに根が多く54%と47%で半分を占めている。表層部にははゞ3分の1程度、40cm以下は共に改良されていないので根は少ない。ただ1号圃の深耕、無深耕区の各1本(同一樹)と2号圃の深耕区の1本は、他の樹に比べ極めて根が多かった。この部分は凹地で整地された時に埋め立てられた部分に当たり、深耕しているのと同じ効果を示したものと見られる(第15表)。

無深耕区は表層に根が多く、20~40cm深には少くなっている。深い層の場合は前記した通り、開墾整地の折り盛りと切り土の部分があり、整地の終了した段階では全

くわからないが、調査個所21の内根のないところが10(約半分)あることは、耕耘されていないところには根が侵入しないことを示している。土壌の三相分布を見ると(第16表)、両圃における差は見られない。深さ35cmで見ると、固相が少なく気相の高いことが見られ、Tome-Açuの調査と大きく異っている。12月の調査で雨期の初めに当たるが、排水佳良で保水力にやゝ欠けるため液相は低い。深耕の有無により各相の分布にはほとんど差が見られない。尚50cm深においても35cm深と対比して、その相違は認めないが、第15表で示した根量において深さ別に相違のあること、更には根の全く認められない所10という結果について、本調査の範囲では、その理由について説明することはできない。

この調査圃の収量は低い方であり、1haの収量は乾物重で1.5~2.0トン程度と説明を受けた。樹勢、樹の拡がりから見ても、樹当たりの収量が15kg内外であろうと推察し、且つ毎年均産しているもようであった。

ベラ・ビスタ入植地のコショウは、Tome-Açu地区で称されている胴枯病(別項で詳細に述べる)による枯死は全く見られない。若干の欠株はベト病の発生から落葉枯死したもので、その数は少ないので問題ではなく、防除の方法も普及されている。このように経済樹令が長く保ってい

第15表 深耕の有無と深さ別根量の分布(%)  
(1980, 12)

圃別	深耕の有無	深さ			調査力所数
		0~20cm	20~40	40~60	
1	深耕	318	517	135	10
	無	429	382	189	3
2	深耕	372	469	159	4
	無	606	310	84	4

注 Manaus市近郊ベラ、ヒスタ移住地、排水のよい砂土壌、樹齡、1号圃は10年生、2号圃は18年生、深耕は幹より約50cmはなし、50×40cm深さ約10cmを穴を掘り、埋め戻している。調査はノイル・オーガーを用いた。

第16表 深耕調査圃の深さ別三相分布(%)

圃別	深耕の有無	35cm			50cm		
		固相	液相	気相	固相	液相	気相
1	深	382	203	416	383	285	334
	無	352	265	384	-	-	-
2	深	384	233	383			
	無	413	201	386			

注 第15表と同じ

る原因の主なものは、深耕による根の拡がりであり、加えて透水性の良いことから、降水量の有効利用が可能であり、結実量がやゝ少なく、隔年結果を起こさせてない点で、根部の衰弱から地上部の生育生理に悪い影響を与えないためと考えられる。

三相分布からみると深くまで根が伸びる状態ではあるが、水成より生じた土層であるから、そのまゝの状態では根が深く入らないであろう。耕起して土を動かせば自由自在に根が伸びることは知られているので、生産安定のために、又増収のために、できれば80cmまでの深耕を実施して欲しい。必ず投資費用は数年以内に返ってくるものである。

#### 4 コショウ樹の生理的特性

コショウの故郷は強烈な陽光と雨量の多い南印度マラベル海岸地方、およびトラバアンコーアの南部地方である。現在の産地は印度、インドネシア、ブラジル、サラワク(ボルネオ島)、セイロン等赤道に近い熱帯地域に広がっている。また強烈な陽光を受ける地方では、陰樹として樹木を植え、それにかまかせて栽培している地方もある。Amazonas 地方は気候の項で説明した通り、Caribu 海の水蒸気が薄雲となり、常に空を覆い、強烈な陽光ではないので、被陰樹の必要がなく、かえって日照不足から生産性は著しくおちる。

コショウ樹の生理的特性に就いての研究は極めて少なく、また熱帯諸国で言葉の障壁もあって、各関係者間に顔(はん)布かれていないため資料不足を感じる。筆者はたった2年間 INATAM でコショウにとらみっこをしながら、特性の観察に努めたが、年限も短かく、試験らしい試験成績も出せないまゝ帰国した次第。しかし少ない資料や、研究者から聞き得たことを併せ考察して、生理的な特性を記すこととした。誤りでもあれば厳しく指摘を頂きたい。

ソル性の多年生植物であるから、喬木性の種類とは異なり、ブドウ属に近い性質があり、筆者は長い間ブドウの研究に携さわってきた関係で、観察の判断は大変し易かったと思う。特性の中で主要な点を取り挙げ、それ以外の点については永年作物に共通のことと受けとめて欲しい。

##### (1) 耐旱力は強い

強い太陽光線を受け、樹から蒸散(葉の気孔から呼吸と共に失なわれる水分)するものや、蒸発(地表面より失なれる水)により土壌中の水が失なわれる水分は、1日当り5~6mmといわれている。しかも1年中ほとんど変りない気温では、温帯に比べて年間消費水量は極めて多い。

現在のコショウ栽培地の耕土は浅く、乾、雨期に分れており、乾期の末期には著しい旱害がおきるものである。その中でも、また生産が続けられているところを見ると、耐旱力のあることは充分にわかる。

ここで経営的に栽培するということは、その作物の生育に好ましい条件を与えてやることであって、植付けはしたがあとは放任して生産したものを採取することのみではない。必ず好ましい管理が伴って有利な作物となる。例えば葉が萎れるようではカン水をするとか、葉の色が褐色し

て黄味を帯びてくれば、窒素欠乏のしるしとして施肥を考えるというように管理が必要である。園主は圃場を見て廻りコショウの顔とにらめっこをしながら診断し、対策を構じて実施しなければならない。それが管理である。

コショウは耐旱力が強いと述べたが、これは比較の問題で、土中に水が少なく根が吸収し得る水がなければ枯死するのは当然である。樹体の水分生理については後述するか、樹合が短縮され経営的に成り立たないまでの短命になっているのは、筆者は早きに強いということで、その管理に手ぬかりがあったと思う。

## (2) 耐水性は弱い

INATAM で大堂職員がコショウ幼木を用いて湛水試験を行った結果は第17表の通りである。全部の根を浸水させること24時間では、健全樹は50%であり、48時間では全部枯死か衰弱である。

根が水に侵ると、呼吸ができなくなり、細胞が死んでゆくのである。停止している水の中には空気が0.2%を保ち、次第に減少してゆくが、流水ではほゞこの量が保たれている。呼吸作用には酸素が必要で、空気中には約21%内外の酸素がある。土中の空気は大気のものと同組成は変りない。

第17表 コショウ樹の耐水性 (大堂)

調査区分	浸水時間					
	12h		24h		48h	
	7日後	30日後	7日後	30日後	7日後	30日後
枯死率%	0	10	25	40	50	90
衰弱率%	25	15	25	10	50	10
健全樹率%	75	75	50	50	0	0

注 各区20本供試。浸水はクライの水に所定時間浸漬、供試樹は5ヶ月苗である。

コショウ園は集中豪雨があっても、根圏の範囲は絶対湛(タン)水しない条件が大切で、植付前に排水の処置を行っておく。従って排水のでき難い湿地は植付けるべきでない。

## (3) 根の伸長には空気が大切

地下に潜っている根は当然ながら目に見えない。どの辺の深さ、広さに伸びているかについての感心の少ないのは残念ながら認めざるを得ない。皆さんはもっと、もっと根のことについて勉強しておかなければ、経営の安定は達成できないと、声を大にして叫びたい。

根は水と共に樹体の生長、維持に必要な養分(主として無機成分)を吸収すると共に、樹を支える役もある。吸収根は1年生または2年生の根でそれ以上の古い根は樹を支える役目が主となり、吸収は極めて微かか、全く吸収しない。最も吸収の高い根は、新根の生長部分より少し基の方からね(根)本であり、2年目に入ると鈍る。だから呼吸旺盛な新根を常に発生させると共に、活発な活力を保たせることが大切である。

根の生長に必要な地温は15℃以上であり、吸収が行なわれるのは10℃以上である。たゞし35℃を越えると根は枯死する。Amazonas 地方では第7表に示した地温であるので、常に根は伸びうる温度である。

次に樹体内の水分で、あまり早きか著しいと、地上部もそうだが根もまた伸びない。根の呼吸作用に使う養分、伸びることや、肥大の養分は葉で造られる炭水化物（澱粉が主）と窒素の化合物である蛋白質である。枝と根の成長は共に同一の養分であるから、枝がよく伸びている時は根が休み、枝の成長が止まった後に根が伸びる。コショウに就いては、試験成績は見当らないので、目下 INATAM で根の成長習性について調査されているが、他種と大きく異なることはないといっている。根が土中で伸びてゆけない部分は、空気が含まれていない為である。3項で実態調査をもとに三相分布の調査と、根量を調べた結果を見ればわかるように、気相の少ないところには根が伸びていない。それは呼吸できない為である。土壌の中の空気は毛管孔隙と非毛管孔隙に分けられる。簡単に説明すれば、前者は微細な粒子の中にある孔隙で根が入れないもの。後者は微粒子が塊まったもののその塊まりで、大きい孔隙をなしており別名大孔隙といっている。この大孔隙の空気は根の要求するところである。毛管孔隙（小孔隙）は根の伸長には役立たない。また大孔隙は水の通路にもなっている。

三相分布の表に出されている気相の%の数字で判断すると、約10%は小孔隙で無効の空気、それ以上が大孔隙に当たり有効であり、根の成長を助けるものである。したがって気相は20%以上であることが望ましい。即ち固相50%、液相25~30%、気相20~25%になるような土壌改良、しかも深さは80cm位までこの状態を保つのが理想である。したがって Amazonas の原始林の農耕地として利用し、かつどんな作物でも長期に亘って標準の生産を挙げるためには、深耕により根張りを深くすることが最も大切なことである。このような耕地が永年作物では肥沃地という。

#### (4) 光合成能と結果量の関係

植物が葉で光合成（同化作用）を行っている。葉の葉緑素により、太陽光線と炭酸ガスに水が加わって澱粉を合成している。植物体は澱粉により構成されていると見なしてよい。毎日葉で光合成される物質は体内に蓄積され、それが一定の時期になると、栽培目的である収量となって栽培者に還元されている。それはコショウであれば成熟果実でありその量を左右するのは健全なる葉と太陽光線である。したがって葉を大切に管理しなければならないのである。

第18表 コショウ葉のみかけの同化量と環境（1980）

測定月日	葉の環境（処理）	調査時間	同化物質の増加量	備考
7 2	外葉で日照良好	6~15時	0.0413g	1 100cm当たりの同化物質質量
7 2	葉を銀紙でつつみ遮断	6~15時	-0.016g	2 日照は Cal/cm <sup>2</sup> 2882 (平均より-15%)
7 2	樹冠内部で全く直射日光の当たらない葉	6~15時	-0.0183	3 温度、気温 28.4 最高 33.1 最低 23.5 降雨 なし
7 2-3	葉中同化物の夜間の移転	15~6時	-0.0335	

コショウの葉が1日当たりどの位の同化物質(澱粉)をつくり出すかについて調べたところ、第18表の通りである。光線が当たらないように銀紙で覆ったり、樹冠内部で全く光線の当たらない葉は、葉中澱粉が減少していることがわかる。これは1日中呼吸作用で消費されることを示し、この様な葉は無い方が貯蔵される澱粉が多くなる。また夜に入って葉より他の部分に移動する量を知ることもできた。そして翌朝には空腹となり太陽の照射を受けると蓄積が始まり、毎日これを繰り返している。

作物全般に見て1㎡の葉は1日当たり約10gの澱粉が造られるといわれている。この澱粉量の約35%(3g内外)は樹の呼吸作用(根も含む)に使われ、さらに樹体各部の肥大に15%、残りの50%が果実、すなわち生産物になって返ってくる。これは毎日1㎡の葉で5gのコショウを生産しているということになる。

収量を増加させる技術は、光合成能の向上であるが、太陽光線に恵まれないと可能性が少ないし、それは自然の法則にゆだねるより外にない。栽培技術としては、葉の栄養を満足させると共に、無駄な葉を整理して呼吸による消耗を少なくすることである。更には樹冠により多くの光線を当てるための整枝、また剪定技術の確立である。

一般に隔年結果を起こしている園が多い。これは不可効力で天災だと考え、天候が悪かったと諦めている方が多い。果たして天災なのであろうか。隔年結果にしたのは管理が悪かった、ための人災と考えられないか。対策はあるはずで諦めることが早いので、原因究明されないまま、早い時期に廃園に導いているのではないのか。

隔年結果の原因は3年生の結果量の過多であるといえる。INATAMで大堂職員の取扱っていた敷草試験の植付け4年までの樹の拡がりや収量を挙げると第19表である。

第19表 幼令樹の發育と敷草、収量との関係(大堂)

区分 年次 処理	樹冠表面積 ㎡						収量(生産量) g					
	敷草1		敷草2		消 耕		敷草1		敷草2		消 耕	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数
1977 2 (2年目)	362	100	368	100	170	100	4590	100	6,250	100	2,160	100
78 2	851	225	857	232	418	245	16,800	366	16,250	260	6,100	282
79 2	1110	306	1190	323	590	347	4530	98	7,150	114	4,640	214
80 2	1210	334	1290	350	760	447	-	-	-	-	-	-

注 敷草1はチガヤ、2はカッピンサント、グァテマラを材料とした。各区10本供試

敷草という条件で幼令期の生長は極めて良好、収量も標準以上で、2年目は1本当たり45~62kgであるが、3年目は前年の37~26倍となっている。4年目は2年生と変わりなく、3年目の27%と44%で著しい隔年結果がおきている。樹冠表面積の拡大は2年目より3年にかけては急であるが、それ以降はおだやかな拡がり方といえる。

光合成の項で述べたことを更に要約すると、コショウの果実に送らせる期間を250日とすれば、1日当たり5gの蓄積では、㎡当たりの収量(生)は1.250gが、樹に無理のかゝらないところである。このことはINATAMの試験樹その他で、数年に亘り調べたところ、平年作であり連年均産されていた収量と一致する。したがって理論値と実際が合致しているので誤りはない。

第19表に戻って3年目の収量が敷草で多く、比較で表示されているか、これを㎡当たりになると、敷草1は1980g、2は1890gで前記の標準の2倍に近い。その結果として4年目は27%、44%の収量で2年目と差がないほど減産している。また枯死率の示した第20表のBはこの調査園であることを併せて考察したい。

隔年結果の原因は結果過多の年を造るためだと述べた。収量には限度があることは承知のこと。光合成能力がそのきめ手であり、澱粉の量であるから、基準の倍も収穫すると、樹は貯蔵養分を使い果たして果粒を成熟させるので、樹の衰弱は著しい。樹体内には澱粉がほとんど残っていない。先づ根が伸びないので新根は極端に少ないため、養水分の吸収が本意である。次年度の伸長が悪く、葉は小さく数も少ない上に、花芽分化期に澱粉が少ないので、花芽はできなくて葉芽になる。(花芽分化に就いては紙数の都合で省略)。

平年作とする㎡当り1.250gの収量は、果粒を成熟させた上に、樹体内の貯蔵養分が若干残り、収穫後得られる澱粉が加わって、明年の生産に役立つように準備するのである。永年作物は均産することが、その園の寿命を長くし、且つ同一年限でも収穫量の合計が多くなることを肝に銘おて欲しい。

#### (5) 樹体は半木性で日焼けに弱い

蔓性の多年生植物で木質状の茎には気根を出し、大木にからんで伸長する。しかし樹木と異なり、幹や側枝の太枝でも組織は木化の程度は弱く、環境の変化に対して抵抗力に乏しい面がある。中でも強烈な光線を幹や太枝に受けると、日焼け症状が起こりやすい。旧くは森林の中の大木にからんで伸びていた陰樹だから、被陰樹の必要性を唱えられたのも、樹の日焼け防止のためではないかと思う。コショウの枝の組織は蔓性であるので、導管(根が吸った養水分を地上に送られる通路)は真直にできており根圧(根が水を上げる強さ)は相当強く14~5気圧位であろうと推定する。この場合土中の水分が欠乏して、充分水が吸えなくなった場合は、樹の上部まで送る根圧が不足して、その部分を乾燥させるのではないかと思う。その結果として上部の日焼けによる枯死がよく見られる。

### 5 根腐病、枝枯病、胴枯病の原因

樹令が短縮される原因はこの3つの病害であるとされてきた。病原菌はFuzarium Solaniと称されている。この菌の毒性は弱いので、死んだ組織、又は衰弱の著しい部分には存在するが、活力ある細胞は犯さないとされている。特に樹木においてはこの菌が組織を犯して枯らすことは極



めて少ないか、或は全くないと考えてよい。樹の1部に弱点があって、その部分に寄生して、次第に患部を拡大して長年月かゝって次第に侵入し枯死させる。熱帯ではその進行が早いことは申すまでもない。今まで3、4の先生方によりこの病気を研究されてきたか、枯死した細胞から菌をとって調べたもので、活力のある生きた部分には見つかっていないし、根に傷を与えればそれから侵入するという試験もあるか、健全部よりは侵入していない。要は樹体の健康上何か生理的弱点ができて衰弱又は一部枯死した場合に入るので、健康な樹造りの管理さえしておけば、樹は20年にも伸びるものである。その原因を考察して見たい。

先づコショウ樹の枯死について INATAM の調査した成績は第20表である。Tome - Açú地区の一般農家の圃場もほゞこのような枯れ方をしているようである。

第20表 INATAM圃場のコショウ樹の枯死率について  
(大堂ほか)

これを見ると5年目の収穫直前までに慣行管理区(A)で、60.7%、敷草区(B)が95%、清耕区(C)はAと変りない。まあ早やく枯れるものだと思う。この枯れ方は3つの病気が原因であるとされているが、筆者はこれを総括して日焼病と称したい。

試験区分	調査本数	植付年月	枯死率 (%)		
			80.2 (4年目)	81.1	81.7
A 慣行植付	1,000本	1976.2	17.5	44.9	60.7
B 慣行敷草	80	1976.2	27.0	77.5	95.0
C 慣行清耕	40	〃 〃	18.7	34.7	58.8

注 慣行の植付けは、支柱の位置に苗が植えられるので、65cm×45×50(深さ)の穴を掘り、更に底に支柱を入れるため15×25×10の穴をつくり、支柱を建てた上で覆土して、支柱に接して苗を植える。

日焼病は生理病である。病原菌に犯されて発生するのでなく、直射日光が幹、枝にあたり、その部分の細胞が死に次第に拡大する。特に樹体が旱害を受けている場合において起り易い。根の方も乾燥、高温で根が犯されると水分吸収不良で直ちに地上部が枯死する。敷草区が樹冠の拡がりは早やく、果実生産は良いが、なぜ枯死が早やくのか。第19表をみながら続いでほしい。敷草区は土壌表面の環境がよいので、根の伸長を促し、それと共に樹冠の拡大が早やく。したがって果実の生産もよい。反面土壌中の根の伸びは、土性が不良であり伸長に必要な栄養が地上部にとられているので、地上部の生育に伴った発育はしていない。根の伸長の項で述べた通り、3年目収量が極端に多いので、樹は相当衰弱しているため、収穫後の新根発生、或は樹体各部(根を含む)の充実が悪いまゝ翌年の結実期に入る。地上部と地下部の釣合いを欠き、頭でつかちになっている。

その結果は、葉面より蒸散する水量は根より吸収され難いのである。雨期はまだ土壌水分が豊富であるが、乾期に入ると根の吸収能力の悪さが、地上部に必要な水量が送れなくなり、樹体は非常に乾く。その樹に強烈な光線があたれば、その枝が日焼けをおこす。根も土壌水分不足では高温と共に根は死ぬ。3年目の収穫期かその直後に、著しい樹体の水分欠乏がどこかに日焼けの枯死細胞をつくり、これが元で患部が次第に拡大されてゆき、1~2年で枯死するのである。

以上のように日焼けからくる細胞の死を防ぐには、樹体内の多数の細胞を早魃より守ることで“水分生理”に基く管理である。即ち、土壤水分管理と根群の拡大、根量の増加、それに加えて樹の充実を妨げる結果過多をなくすることにある。

## 6 生産安定の技術対策

Amazonas 地方のコショウ樹が短命の原因について説明したので、これにより樹令延長の技術が想定できると思う。筆者はこの対策について先づ行うべきことは、根群を深く、広く張らせること。その結果として、雨期中に浸透した深部の水分を利用して、乾期の早害を防ごうという考えである。(附 十中15cm以下の水分は毛管作用により表面より蒸発することはほとんどなく、降雨量のいかんを問わず一定の含有量を維持している～日本での調査～Amazonas では地温が高いので多少異なるか、詳しくは調べる必要がある。従って深い層の水は、根によって吸収し、蒸散させる量だけが減少するので、総量か有効水といえる。)次ぎに結実初期の3年目の収量を、 $\text{m}^2$ 当たり12kg(生態重)に保つ摘穂の実施である。(これについては後述)

### (1) 深耕で根がよく伸びる

水成土は自然のままでは根の伸長を許さない事実はすでに述べたが、その理論については今後の研究に委ねたい。しかし深耕(深耕と同意語とする)することにより根がよく入ることも知られている。原始林の整地した上性において、またコショウ根がどの程度の早やさで根が入るかを調査するため、ルート・ボックス(根箱と称され、側面をガラスにして、その部分に現われる根の数や伸長の速度等て活動の状況を調べる施設)を設け、それにコショウの苗木を植えた。ボックスの大きさは $1\text{m}^2$ で一辺をガラスとし、溝の中からガラス面に現れる根を調査した。1980年3月21日にオットで育てた苗木50cm内外のものを植付けた。(写真参照)

ボックスは6個を2列に並べ、内側に深さ12m、巾1mの溝を造り、ガラス面は北、南面に6個ずつ並べた。なおガラス面には黒の厚いシートで覆い光線を遮断した。場所は開墾後5年は経過しているが、作物栽培は行っていないところ、表土は数cmであった。所定の広さをバックホーで掘り上げ、箱を設置し掘り上げた土を埋め戻した。したがって用土は極めて瘠薄である。

ルート・ボックス

の樹は順調に成長し、10月には187cmに達した。その経過は植傷みの治まった頃からよく伸び、乾燥が激しくなり始める7、

第21表 ルート・ボックス樹の地上部の伸長(12本の平均)

月	3	4	5	6	7	8	9	10
区分	3 (植付時)							
草丈 cm	51.8	60.2	76.2	99.3	130.0	146.4	165.3	187.4
月間伸長量		8.4	16.0	23.1	30.7	16.4	13.4	22.1

注 各月の調査は月末とした。10月以降は、早いもので支柱の先端に達した。

8月にやや生育が鈍ったが、9月以降はまた伸びた。第22表に示された通り、8月頃は深い部

分に根が伸びていなかったためであるとおもわれ、8月以降が深部に到着した結果伸長がよくなったのであろう。また初年度の樹の成長は、一般農家、当場の圃場のものより優っている。

第22表 ガラス面に現われた支根の深さ、時期別本数 その1(6樹の合計)

深さ \ 月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
0~10			1									1
10~20		3	2							3	2	10
20~30	1	8	9	1						1	5	25
30~40		2	5	1	2					2		12
40~50		1	7	4							1	13
50~60		3	3	1								7
60~70			3		6				3	1		13
70~80				4	5	2						11
80~90				4	3	1		1			2	11
90~100					1	4						5
計	1	17	30	15	17	7	0	1	3	7	10	108

注 北側の箱でガラス面は南を向いている6樹。

根についてみると、南面するガラスに出現が早やく、70日目の5月30日に、23cmのところに見られた。(第22表) 50cm以上の浅い部分には6~8月の時期に、その後は深い層に多く見られた。10~1月にはガラス面に現れるのが少

第23表 ガラス面に現れた支根の伸び

樹別区分	1	2	3	4	5	6	計
根の本数	10	14	18	13	16	16	87
最深位置	970	1000	925	940	940	905	
到着月日	9 24	9 12	10 10	10 1	9 24	8 26	

注1 11月6日現在を示した。  
2 調査根数は1mm以上の根とした。

なく、その後も発現はあったが、深さについては一定の傾向が見当らない。6樹を平均すると18本の根が現れ、樹別に90cm以上に達した月日と、深さを示したのが第23表である。6ヶ月余りの期間で、深耕したところまで根が伸びていることを示している。

北面のガラスに出現した根の調査成績は、第24表のとおりである。7月になって50~60cmの部位に1本、8月に2本、その後3月まで50cm以上には35.2%、以下には64.8%の割合で(本数)ある。この期間中に樹1本当たり現れた数は、365本で前者の南面に比べて2倍の数である。また最深部に到着する時期(日数)に就いても、第23表と変らない。

ガラス面を向い合せた設置した関係で、この両面に出現する根の深さと本数には、かなりの相違はあったが、その理由について説明することはできない。少くとも明るさについては両方共全く同様な管理をしている。

ルート・ボックスのガラス面に現れる根の状況を示したのが第1図である。

(第23表にある樹のもの)。

供試12本の根の深さ別にまとめたところ、第25表の通り、深さの区分が、40cmと30cmとなったので、割合の数字は直ちに根の量には当てはまらないが、40cm以下ではほぼ同量の根が伸びており、40cmまでは少ないことを示している。

第25表 ルート・ボックスのガラス面に現れた根の深さ別割合

深さ	1mm以上の根の本数	右の割合%
0~40	96	29.4
40~70	107	32.7
70~100	121	37.9
計	327	100.0

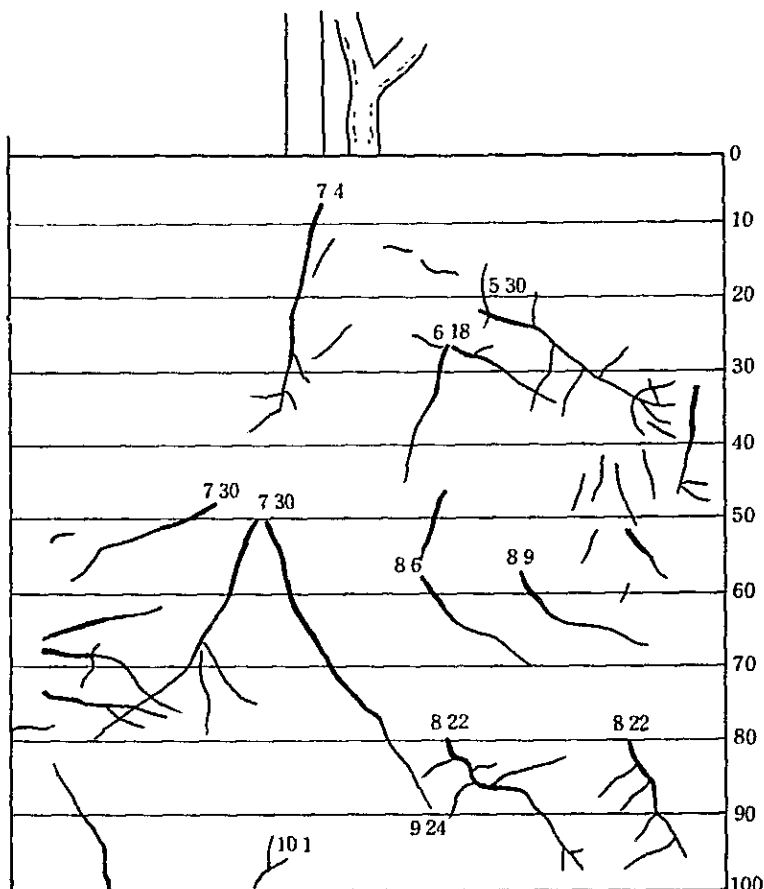
注 第23, 24表の要約

Tome-Açu地区において、植付け後、数カ月にして1mにまで伸びたことは、土壌中に空気を導入(気相の増加)することによって、環境がよくなり、根が自由に伸びることを実証したのである。今までコショウは浅根だと思っていたのは大きな誤りで、根が伸びてゆけない土層のまゝにしてお

第24表 ガラス面に現れた支根の深さ、時期別本数 その2 (6樹の合計)

月 深さ	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
0~10								1		1
10~20							4	2	5	11
20~30						2	5	4	3	14
30~40				1	1	1	8	9	2	22
40~50			2	1	2	4	7	3	10	29
50~60	1	2	2	2	2	1	5	5	4	24
60~70			3	2	1	2	3	5	5	21
70~80				6	3	4	9	8	4	34
80~90				5	8	14	5	2	2	36
90~100				6	6	8	4	0	3	27
計	1	2	7	23	23	36	50	39	38	219

注 南側の箱でガラス面は北を向いている6樹。



(注) 1980年3月21日植付, 11月5日現在  
数字は現れた月日, 草丈169cm

第1図 ガラス面に現れた根の状態(1980)

いたことで、そのために枯死が多いとすれば、これは正に人災であるといわなければならない。

今までの調査で1日当たり新根の伸長量は、第26表で示した通り、9月までは1.02～0.72cm、平均0.86cm、10～3月の間は1.03～0.32cm、平均0.53cmである。樹令が進み結実するようになると、樹体栄養の時期的変化で、根の伸長、停止期があると思うか、これについては今後の調査にまつ。

根の伸長に好都合な土性であれば、植付けから伸びる根は、横よりも縦の伸長、すなわち深く入るのが、樹の本来の性質のように思われる。(第22, 24表参照)。同様に広大なセラードの作物生産対策の技術を研究されている専門家に聞くと、大豆作において、サブソイラーによる50cm程度の深耕が、耐旱力が強く生産安定をもたらしたことを立証している。そうでない圃場においては、鋤床ができてその硬い部分には根が侵入し得ないので、耐旱力は乏しいが、深耕すれば発芽直後から主根が垂直に深く入り、深部に根が張り必要な水分をそれから吸収し耐旱性を増すものと説明されている。筆者の試験と同様な結果である。

永年作物においても同様、熱帯雨林を農地としての利用には、深耕により根群分布の垂直的拡大を図り、雨期の雨水を土中に保持させ、これを利用して乾期の旱魃から守ってこそ、安定生産と樹齡の延長が可能になる。

## (2) 深耕の方法と効果

具体的な深耕法と樹の生育、樹令や生産量については、全く実績がない。3項でピラ・ベスタ入植地で40cmの深耕の効果について調査したところである。したがってINATAMにおいて、機械利用でやる深耕について次のような設計に基いて試験圃場を設置した。現在1年有余経過しただけで、これから成果が挙がってくるものと思うが、皆様方も年に2、3度はINATAMを訪れて、場員より経過なり成績の説明を受けてほしい。第27表がその設計である。

深耕の深さは、サブソイラーによる50～55cmで出発し、将来はより深い機具(リッパーと称する耕起80cmのものもあるが、私の在職期間中にはブラジルでは入手できなかった。)を入れて見ることである。したがって深い試験区は、バックホーを使用し80cm以上の深耕する区を設けてその効果を見ることにした。

圧縮空気深耕機(以下商品名バンダーとする)を利用する区を設けた。これは50cm位の鉄棒を

第26表 支根の時期別1日当たり伸長量

調査時期	根の深さ cm	1日当たり 伸長量 cm	調査本数
月 日 69～77	16～46	1.02	12
78～86	13～60	0.86	12
87～96	30～77	0.72	12
9.7～24	68～97	0.83	12
10.1～27	60～70	0.66	2
11.1～26	50～80	0.35	3
12.2～24	80～90	0.43	2
15～26	30～50	0.48	3
2.2～24	40～60	1.03	2
3.7～30	15～25	0.32	8

注 調査本数はガラス面に現れ方が異なるので調査数が一定にできない。

第27表 土壌深部改良によるコショウ樹の生育処理試験設計 (1981)

区分	深耕の方法	深さ	供試面積と本数	土壌表面管理	植付月日
A	サブソイラーの爪を35cm間隔に通して耕起する。	50~55	45.2 <sup>a</sup> 本 576	S株間草生 (288本)	1981年 2 3
				C清 耕 (〃本)	
B	バック・ホーを用い80cm以上掘り上げ覆土	80以上	85 108	S株間草生 (48本)	3 24
				C清 耕 (60本)	
C	圧縮空気深耕機を用い1㎡弱に1ヶ所吹起する。	50内外	22.6 288	S株間草生 (144本)	3 18
				C清 耕 (144本)	

注 支柱の高さ2.2m, 草生3mの株間に1列, カッピンスアント, 50cm間隔に植付ける。

土中に打込み, 45cm近くのところにある穴から, 圧縮空気を吹起させ土中に空気を導入する小型の機械である。

試験を始めるに当って基所調査を行ったが, サブソイラーで50cmの深耕が最も導入し易い方法であり, この区に重点をおいている。バンダーは日本製で輸入に問題があり, 簡単に入手がむづかしい。たゞ既存のコショウ園ではバンダーにより断根を極力少なくして効果が挙げられるかについて研究している。その結果により積極的に導入するかを決定すべきだと思う。

各区には草生部分を設け, 深耕すれば草生も可能と考えられるので, その辺のことを調べるために組合せた。

### (3) その他関連事項

#### (a) 今後の調査事項 (ルート・ボックス)

ルート・ボックス12個は, 2年目以降は結実量と根の伸長周期について調べる。すなわち, 結実量を放任とする区(4本)と葉数3.5枚に1穂にする区(標準収量), 全部摘穂して無結果とする区(この区は3年目のみとし, 以後は標準区と同様に取扱う。)に分け, 夫々の区について根の伸長周期を調べる。5年後に各区より1本を選び, 地上部の解体と根部は25cm×25cm×10cmのブロック中に存在する根量を, 太さ別に分けて数と重さを測定し, T/R率を出す。

#### (b) 摘穂に就いて

深耕して植付けると, 第19表に示した樹冠の拡がりや収量を示すものと思われる。この場合3年目には結果過多におち入り, 隔年結果のもとになる。深耕で根量は多くなるので, 19表に示したほど4年目の減収はないと思うが, 地上部と地下部の釣り合いのとれていない時期であるため, 標準収量になるよう(1㎡に1.2~1.3kg)に摘穂する。必須の作業と考えて実行したい。尚4年目以降は観察で, 特に花つきの良い樹のみとする。

摘穂の方法は、樹の2面、即ち対に両側面をテッサードで外側より15cm位までの枝、葉を切り落とす。程度は樹冠内部の葉が残り、それより外側の葉を除くのである。そうして花穂の数としては約50%落ちる程度とし、側面には内部が見えるか、見えない程度になる。筆者の調べでは、1花穂を落とすと、葉は18~20枚落としている。またこれではぼ25%の摘穂に当たる。

附記、摘穂は自分では理論的にわかっていても実施しないのが実情。色々のことが関連するが、該当する圃場を持っている方は、たとえ数本でも、特に実つきの良い樹があれば、この方法で実施し、その後の経過を調べて欲しい。これが体験であり新技術を自分の血とし肉になる手段である。食わず嫌いは進歩がない。食い方に就いてはこの様にして体験することである。

#### (c) カン水と深耕

筆者がINATAMに赴任した時、根腐病防除の容易な手段として、カン水試験が行なわれていないのが残念であった。カン水の効果は樹令延長には好ましい防除法であると思うが、普及の面から見ると非常に困難であろう。筆者は普及手段としてどうあるべきかを常に心しなければならぬと考えている。古い言葉の“農学進めど、農務(スス)まず”ではいけない。

深耕はその方法で述べたサブソイラーよる場合、現在のTome-Açuでは機械は設置されており、且つその稼働費用も高くはない。増収を併せ考えると2年位で充分にとり返せる。(具体的数字はあるが、伯国の貨幣価値の変動が烈(はげ)しいので省略する。)

#### (d) 土壌に有機物の補給を

土中に有効な空気を維持増進させる手段は、土壌の団粒化を図ることである。団粒組織を破壊するのは根であり、保持するのは有機物である。圃場内で草を栽培し、有機物の自園自給が計れるならば極めて有利である。土が深いので樹と草の水分競合が避けられるならば草生ができる。圃場試験を見て欲しいが、結果の出るのは数年以上必要であろう。又草の根が深く入れば、そこに有機物を入れたと同じで効果が大きい。

現状は極力有機物を集めて施用するように心がけたいし、畜産と組合せた経営は有機物の確保であり、土の肥沃化である。

#### (e) 深耕効果の持続性

日本において深耕の必要性が永い体験より認識したのは、戦後である。引続き理論的なうらづけの試験を行い、15年位の間に基礎が打ちたてられた。その後農家の深耕圃場の調査では20年までは有効に働いていた。今は既に30年以上経過したがその結果の発表は見あたらない。熱帯における効果持続期間は筆者の考えでは、20年であろうと思う。おそらく有効孔隙の破壊は大型機による鎮圧であろう。これは20~30cm層に不透水の層をつくり、この部分で孔隙をなくし、根がそれ以下に侵入させないようにさせるためである。人間が圃場を歩く程度では鎮圧の悪影響は全く見られない。

コショウ園の植付けに当って、園内の農道にのみ大型農機を入れ、植付の場所は小型農機のみとし、

植付け面積は40a程度の区画とする。3×25m植え、1辺の長さ40×100mを基準とし、その外側に適当な通路を設定するとよい。

#### (f) 土壌表面管理と施肥

敷ワラ(草)の効果については以前より勧められているが、農家の実施は全くない。と申すのは浅根で敷ワラは早魃の著しい時は、かえって早害が激しい(第19表参照)。したがって樹令の延長にはならない。詳しい説明は略するが、深耕された圃場では、その害はほとんどないので、積極的に敷ワラを行うとよい。

施肥量に就いて。深根は肥料成分の地下流出量を減じ、肥効を高めるため旧来の量を節約できる筈である。EMBRAPAの示した基準に比べて、はゞ30%減が適量であると推定される。しかし施肥量の決定は色々な条件で変化するため、該当圃場においては上記の量を目標とし、自圃場で小規模な比較試験を行ない、数年(年次変化を含めて)でその圃場の適量を探るべき。

またコショウ樹の構成成分である石灰は、必ず施用する。ただし石灰の中で可溶性である生石灰または消石灰を用いなければならない。その他の炭カル、珪カル、苦土石灰等は、石灰が不溶性で吸収され難いので肥料としては価値は少ない。施用量はHa当たり1トンを基準とし、3～4月の雨期の末期に毎年施す。

#### (g) 排水について

コショウの根は水に弱いことは前に述べた。深耕圃場も同様排水不良では効果がないか、或は害があるので、圃場の状況により排水の処置を構じなければならない。また排水の深さは1m以上に地下水位が上昇しないことを目標とし、不可能な立地はコショウ以外の作物を植付ける。

#### (h) 他の永年作物と深耕

カカオ、ガラナ、デンデ(油ヤシ)、マモン(パパイヤ)、マラクヂヤ(時計草)などの作物においても、植付前には深耕し増収と生産安定に役立たせたい。今後労力の不足、又は労賃の上昇、生産物価格の低迷を考える時、生産力のある土地で増収を図る経営が必要である。すなわち増反よりも増収に力を注ぐということである。

## 7 む す び

北伯のコショウ栽培は開墾整地後急激に有機物は消耗し、それに対する技術対策の迷いから、コショウ樹は病害に犯され易い衰弱樹となり、植付数年にして廃圃になっているのが現状である。過去何年間かINATAMにおいて研究されてきたが、本質的な原因をつかむに致っていなかった。

筆者がコショウ樹を全く見たこともないのに、赴任してこの研究にとり組んだ。期間が短かいので急いで場内圃場や農家の樹を見てまわり、生理の面より試験を開始し、2カ年間の滞在期間中に得た結果や、それに基く圃場試験を設定して帰国した。引き継ぎは残ったINATAMの職員が行ってくれている。



以上の通り2カ年間の研究や農家の圃場調査、一部先輩の業績を参考にしてこの報告書(指導書)を作成した。紙数に制限があり、筆者だけの専門分野は狭いので、不備な点が多かろうと思うが、読者諸兄が自らの体験や他の専門書の智識を借りて研究を積み、その中から更に優れた智恵(慧)を出し、栽培技術の完成に努めて欲しい。即ち、この小冊子を叩き台にして討論し、自分の智識にした上で実際栽培に応用し、それから生じた問題はよきにつけ、悪きにつけ提示して討論を繰返しつつ、常に勉強してゆくように筆者は主張するのである。

最後に日本の果樹栽培の指導者、東大名誉教授、故浅見与七先生は自著の冒頭に「果樹園土壤として最も重大な点は土壤の深さである」と述べている。(注この深さは果樹の根が伸入し得る深さを云うのである。)

短かい体験から Tome-Açu 地区の経営は、立地や土性を考慮し、カン水施設を考えないである程度の生産安定、又は価格の変動に堪えるためには、コショウ、カカオとガラナの3種類の組合せが、最も望ましいと思う。夫々の栽培面積は労力配分と雇用人数できめる。皆んなの協力でモデル農家の設立を望む次第です。

尚末尾になったが、二宮尊徳先生の詞を載(の)せておきます。

「田を深くよく耕してやしなえば、いのらずとてや、米はみのらむ」

「天の日の恵みつみおく無尽蔵 鎌でほり出せ鎌でかりとれ」

#### 謝 辞

終りに、筆者が基本的な研究を行なうため、2年間の Tome-Açu 滞在中終始変らぬご協力、有益な助言、公私に亘るお世話と励ましを頂いた、JAMIC ベレン支部長、ほか職員各位、INATAM の場長以下の職員の皆様方、コロニアの平賀先生、大沼、押切、坂口、平水ほかの各氏に対し、中でも大堂、浅野、永井の3氏には貴重なデータの提供や現場において指導を受けると共に、調査には献身的に協力をくださったことに対し、心から厚くお礼申しあげる。

(Mar 10 1982 記)

## 附 記

JICAに原稿を出したのは3月下旬でした。その後4月に入りINATAMより、昨年10月末以降の深耕関係の調査が行なわれ、簡単な数字の教示を受けた。いずれも筆者の予期していた通りなので、この報告の確度を高めるために要点を記すことにした。

1981年の北伯の降水量は、INATAMの観測が始まって以来最も少ない年であった。即ち1,660mmで別表を比較すればその少なさが知られよう。内訳を見ると1～3月はほぼ平年並、4～8月はほぼ半量となり、9～11月は無降雨に等しく、12月中旬になって平年の降水量に戻っている。

コショウ新植は降水を利用して活着伸長させるため、慣行では早やくて12月末より始まり、3月初旬には終了するよう育苗、支柱建てが行なわれる。'81年も平年の降水と予定して作業が進められたが、4月以降の水不足が災いして、枯死苗が多く全滅した圃も見られている。

このような年に筆者が深耕を前提とする開園の試験は、見事に効を奏したことは、今後の開園またはコショウ栽培に大きい指針を与えたものと思う。前述した深耕区の中でA区は植付けが早かった関係で100%、B、C区は3月20日前後の植付けで、やや劣ったがそれでも97.6%は活着している。場内で繁殖用に新設したものは、慣行であったので、5%の活着であった。また篤農家の平水園は、場の試験と同時にサブソイラー深耕を行い4haの植付けが行なわれた。一部に慣行法もあった。同氏より12月21日付の手紙によると、深耕区が95%、慣行区は全域と思っていたが40%は生育していると知らせてくれた。同氏は深耕植付けの威力を見せつけられ、今後は全園を深耕して開園する覚悟ができたと述べている。

既存コショウ園の深耕に使用した圧縮空気深耕機(バンダー)は、INATAM内で吹起した園の枯死樹の割合は、大堂職員ほか昨年(1981年)11月末と本年2月の調査で、3年生樹で処理1.1%、無処理4.2%であった。また5年生樹で処理10.0%、無処理は21.0%で、いずれも5%水準で有意差が見られた。前項で述べたが、バンダーの吹起は、断根による衰弱を考慮し、樹冠周囲6カ所を行う予定のところ、昨年4月に樹当たり2カ所吹起した(乾期は土が堅くて挿入できない)。にも拘らず効果を示したのは、吹起して土中に空気を導入すれば、2、3ヶ月の中に多数の根が伸長し、吸水、吸肥に役立ったものである。更に樹の周囲を(一応6ヶ所を予定)吹起すれば、生産性は向上するものと見られる。またTome-Açu近効、Castanhal地区のバンダー展示園の調査は4月中旬頃を予定され、なお吹起4カ所は本年の雨期中に実施されるよう計画されている。

ルート・ボックスの試験樹は3年目に入り、計画に基き地上部の処理と根の伸長について、引続き調査される予定であるが、先づ摘穂と根の伸長について調査がなされた。4本の樹の花穂を全部摘みとった。平均1,400穂、樹冠面積、葉数との釣り合いを調べたところ、結果過多の樹はなく標準の着穂であった。これは深耕することによる、樹体内の水分生理が良好であることにより、平均した収量が毎年確保されるのではないか。それは樹令の延長を約束するものと思う。し

かし圃場試験においてこの経過を確認しなければならない。

摘穂と根の伸長であるが、摘穂前に供試樹の根について調べたところ、1日当たり1～2mmであったが、全摘穂直後は根の伸長が旺盛になり、1日当たり10～20mmと約10倍の伸び方であった。調査している方々も意外であると驚いた様子を知らせてきた。花穂に使われる栄養が全部根の方に使われるためであると共に、幼木（未結果樹）と同じか、より長く伸びている。この事実は結果量と根の伸長については、極めて密接な関係のあることを教えてくれた。筆者が過去において調査した温帯果樹においては、これほど速かな、顕著な反応を示したものはなかった。

ルート・ボックスは目に見えなかった根について、直接その動きが観察される手段である。それが手近なINATAMにあるのだから、頻繁に見学して根の生理を勉強すれば、コショウの生産安定技術を理論的に知ると共に、管理について自信を持って実行されるものと思う。

終りに一こと、人より一歩進んだ技術を体得すれば、その喜びは忘れることができない。更に新しいものを生み出す努力が続けられる。

（注） この附記に記した調査は、大堂、浜田と橋本（現・松本）職員が担当した。記して厚く感謝の意を表す。





