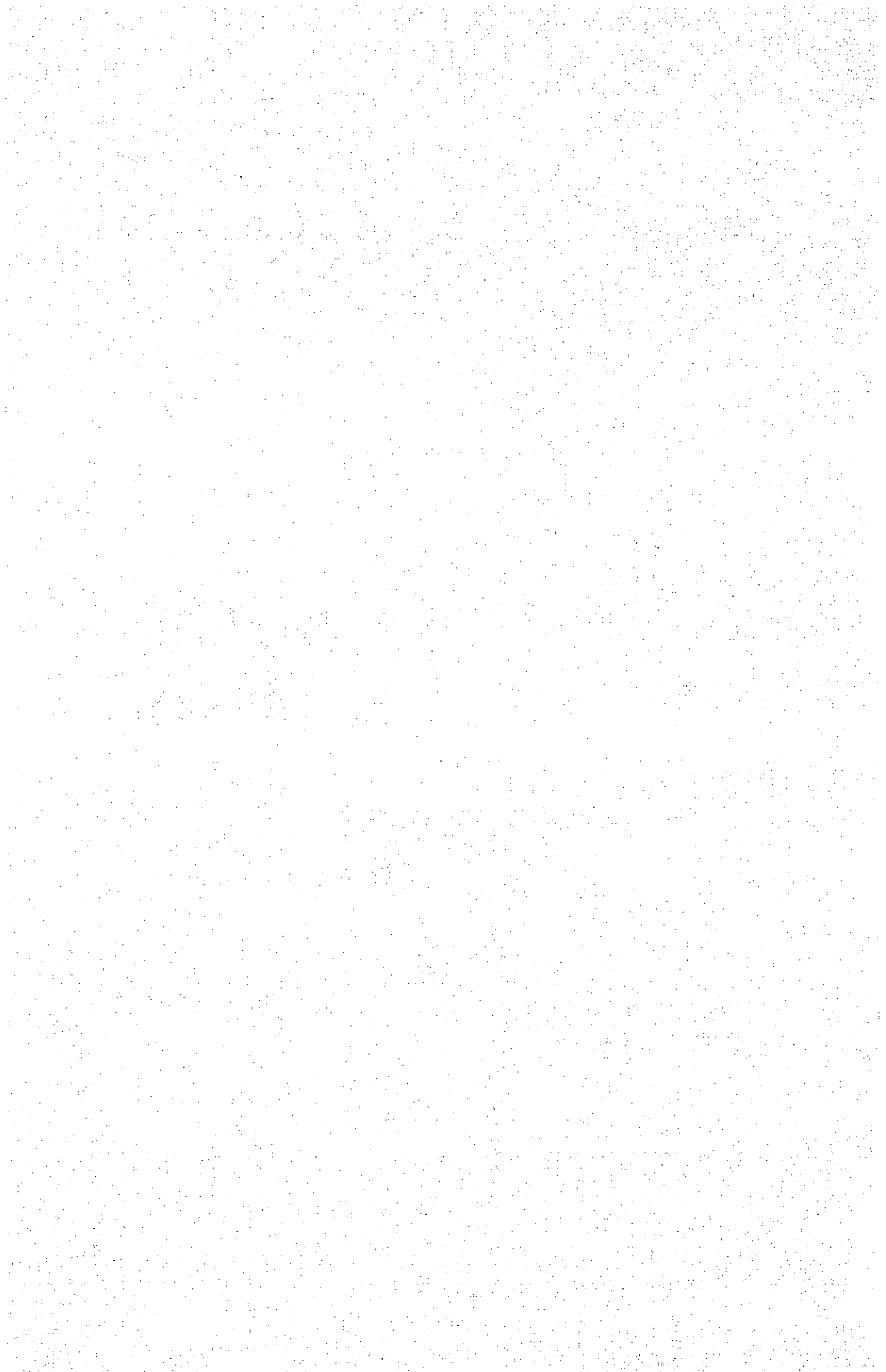


2. 植物生理部門



2-1 豆科作物の栄養診断

今西三好、ムルタド、ニグラム、中島田誠

インドネシアでは、豆類の生産性の向上に鋭意取り組まれており、施肥面でも窒素肥料(尿素)りん酸肥料(TSP)については一部で施用され始めている。このことにより作物の生産性の向上はかなり期待できる。

一方、畑土壌には、溶脱の進んだ塩基欠乏土壌も分布している。このような土壌に一部の要素のみを施肥した場合、栄養素間のバランスが乱れ、作物の栄養異常を招き、生産性の向上に対する制限因子となる可能性もある。

この場合、栄養異常を示す原因を早急に的確に把握し、対処することが肝要である。

そこで、作物の外観的症狀からの栄養診断の指標となる典型的な要素欠乏症状を、砂耕栽培により把握すると共に、現地調査により、発育異常作物の診断を行ったので、その概要を報告する。

執筆者名	所 属 と 所 在 地
今 西 三 好	中国農業試験場畑地利用部 綾部市上野町200
ム ル タ ド	中央食用作物研究所植物生理部 Sindanbarang, Bogor, Indonesia
ニ グ ラ ム	中央食用作物研究所植物生理部 Sindanbarang, Bogor, Indonesia
中島田 誠	茶業試験場栽培部 静岡県榛原郡金谷町金谷2769

材 料 と 方 法

1. 砂耕法による多量要素欠乏症状の把握

作物名：落花生、大豆(ポット当たり各1個体植え付け)

栽培概要：培養液(1.0ℓ/ポット)

他に微量元素として、クエン酸第二鉄、ホウ酸、硫酸マンガン、硫酸亜鉛、硫酸銅、モリブデン酸アンモンを添加。

用水は雨水を使用。初期 pH 6.0 に調整。培養液の更新は約10日ごと。

方法は第1図のような装置を用い1日に1~2回培養液を入れたポットを上げ下げして培養液を供給した。

第1表 砂耕培養液の組成 (g/ポット)

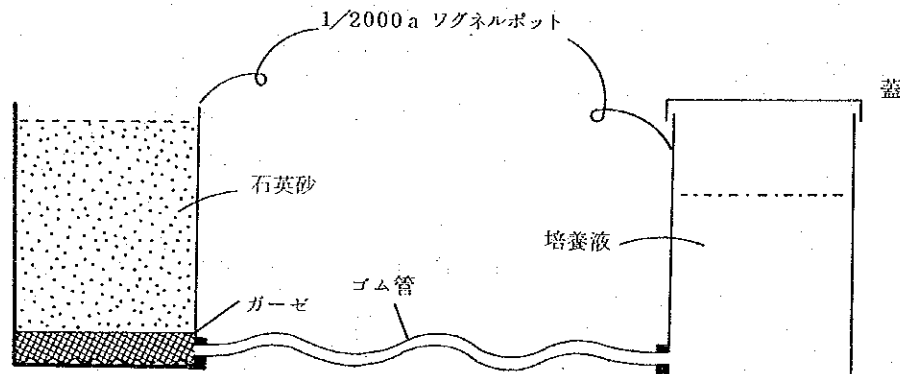
化合物	施用量	対照区	N欠除区	P欠除区	K欠除区	Ca欠除区	Mg欠除区
NH_4NO_3	2.40	○	—	○	○	○	○
NaHPO_4	1.20	○	○	—	○	○	○
KCl	1.49	○	○	○	—	○	—
K_2SO_4	1.74	—	—	—	—	—	○
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2.21	○	○	○	○	—	○
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.46	○	○	○	○	○	—

注：○印は施与を示す。

他に微量元素として、クエン酸第二鉄、ホウ酸、硫酸マンガン、硫酸亜鉛、硫酸銅、モリブデン酸アンモンを添加。

用水は雨水を使用。初期 pH 6.0 に調整。培養液の更新は約 10 日ごと。

方法は第 1 図のような装置を用い 1 日に 1～2 回培養液を入れたポットを上げ下げして培養



第1図 砂耕装置

液を供給した。

症状の観察：対象区と各要素欠除区の特異症状を比較観察しその症状を写真に記録した。

2. 現地調査

調査場所：西部ジャワ (Surade)

調査時期が雨季であったため、ほ場には栄養生長期の豆科作物がほとんどなかったが、りん酸肥料 (TSP) を施与した (100kg/ha) ほ場と無施与のほ場が隣接しており、同じ日に落花生を播種した両ほ場で発育差が判然としていた。更に、この両ほ場の一部に砂耕栽培で観察されたカルシウム欠乏症状を示している作物が認められた。

作物名：落花生

土 壤 型：赤黄色ポドソール土。

調査項目：発育と外観的症狀及び作物体の無機分析による診断

分析試料の採取方法：りん酸肥料の施与及び無施与ほ場のそれぞれについて、外見上異常なく発育していたものと異常症狀を示していたもの計4試料を採取した。採取した試料は新鮮重を測定後葉と茎に分け、80℃で乾燥しそれぞれ乾物重を測定した後粉碎し分析試料とした。

分析方法：葉の乾燥粉末試料は500℃で乾式灰化後希塩酸で抽出し抽出試料を得た。この抽出試料を用いて、りん酸はバナードモリブデン酸法、カリウムは炎光法、カルシウムとマグネシウムは原子吸光度法によりそれぞれ含有量を測定した。⁴⁾

結 果 と 考 察

1. 砂耕法による多量要素欠乏症狀の把握

得られた結果は次の通りであった。

○窒素欠乏症狀（第2図(1)）

最初全体的に緑が淡くなる。続いて葉は小さくなり発育が劣る。症狀が更に進めば葉色は黄色となる。

○りん酸欠乏症狀（第2図(2)）

葉が小さくなり発育が劣る。葉色は最初濃緑色で次第にくすんだ色となる。症狀が更に進めば下位葉より黄化する。開花も遅れる。

○カリウム欠乏症狀（第2図(3)）

下位葉の葉緑が黄色から褐色となる。症狀の進行と共にこの症狀が上位葉にまで及ぶ。発育は窒素やりん酸の欠乏時より比較的良い。

○カルシウム欠乏症狀（第2図(4)）

発育展開途上の幼葉が黄白化又は黄白色のしま模様を呈する。発育は完全区と大差なし。

○マグネシウム欠乏症狀

幼植物時に羅病し症狀がは握できなかった。

○要素欠乏症以外に観察された異狀症狀

今回の実験中に観察された病害症狀は、要素欠乏症狀のように発現位置に規則性がなく、1枚の複葉の中にも健全なものと異常症狀を示すものが混在する現象が見られた。さらに症狀がきたならしい。

以上のように要素欠乏症狀の発現位置が異なるのは、各要素の作物体内における移行性の難易度に起因しており移行し易いりん酸や窒素は作物体の全体的な症狀として現われ、移行性の小さいカルシウムは発育展開中の幼葉に現われ、移行性が両者の中間にあるカリウム、マグネシウムでは中下位葉から現われ順次上位葉に及ぶ。この欠乏症狀の発現部位は外観的症狀からの要素欠乏症の判定に重要なポイントとなる^{6,7)}。また、作物により欠乏症狀も

微妙な差がある^{6,7)}と言われている。しかし、今回観察された症状は、他の作物で認められている症状^{6,7)}と酷似しており、普遍的な症状と考えられる。

また、今回の結果では、大豆より落花生の方が症状が現われ易かったことから、大豆畑の指標作物として落花生を一部に播種しておくことと栄養診断に有利であると考えられる。

2. 現地調査

症状別に調査した落花生の平均個体重は、第2表に示す通りであった。即ち、各7個体平均

第2表 異常症状発現作物の生育量 (g/個体)

区 分	T S P 施 与		T S P 無 施 与	
	正 常	異 常	正 常	異 常
新 鮮 物	86.3	51.3	39.6	14.8
乾 物	13.5	8.0	5.6	2.5

の新鮮物重は、りん酸肥料を施与したほ場の外見上正常なもの86.3g異常症状を示すもの51.3gに対し、無施与のほ場ではそれぞれ39.6gと14.8gと1/2以下で、この土壌はりん酸の肥効が極めて大きい土壌であると言える。更に、両ほ場で大部分の葉色は正常葉と変わらず、幼若葉のみが黄化し、砂耕栽培でカルシウムを欠除した区に見られた異常症状を呈している個体が観察された。これらの個体は、両ほ場ともそれぞれ異常を認められない個体に比べ発育も劣っていた。

これらの原因を明らかにするため落花生の葉分析をした結果を第3表に示した。正常な個体の葉に比べカルシウム欠乏症を発現している個体の葉のカルシウム含有率は明らかに低かったが、この元素の体内での移行性から症状発現部位間で含有率を比較すると更に大きな差があったものと考えられる。更に、りん酸及びマグネシウム含有率も異常症状発現個体で低かった。

第3表 異常症状発現作物の無機組成 (対乾物%)

T S P	異常症状	P	K	Ca	Mg
施 与	—	0.28	1.05	2.37	0.47
	+	0.21	1.19	2.19	0.31
無 施 与	—	0.30	1.24	2.40	0.47
	+	0.21	0.64	2.25	0.41

この分析結果及び砂耕栽培の実験で培地からりん酸を欠除した場合、落花生の発育が大きく制限され、カルシウムを欠除しても全体の発育は対照区と大差なかったことから、発育不良の第1の原因はりん酸が欠乏しているためと考えられる。また、異常症状はカルシウム欠乏症状と判断された。

落花生は開花後、莢が土壤中に侵入し肥大するが、この場合、結実期の土壤中にカルシウムが欠乏すると作物体の発育が良くても莢及び種子が肥大しない^{1, 2, 3, 5)}ことが認められている。

これらのことから、本ほ場においては、落花生の増産のためには早急にりん酸及び石灰資材を施与する必要があると考えられた。

ほ場調査に当たり、御案内頂いた Surade extention officeの方々に御礼申し上げる。

引用文献

1. Brady, N.C., J.F.Reed and W.E.Colwell 1948. The effect of certain mineral elements on peanut fruit filling. J. Amer. Soc. Agro. 40, 155-167
2. Harris, H.C. 1948. The effect on the growth of peanut of nutrient deficiencies in the root and pegging zone. Plant Physiol. 24, 150-161
3. 稲永醇二・長崎裕子・堀口 毅・西原典則 1979. 落花生のCa栄養に関する研究 第1報 莢実の生育に及ぼすCaの影響 鹿大農学報 29 133~142
4. 串崎光男・木内知美・岡部達雄・伊藤秀文 1975. 無機成分分析測定法 作物分析法委員会編 栽培植物分析測定法 養賢堂 東京 59~86
5. 水野 進 1965. 落花生の結実におよぼすカルシウムの影響に関する研究 兵庫農大紀要 18 1~69
6. 高橋英一・吉野 実・前田正男 1980. 原色作物の要素欠乏・過剰症 農山漁村文化協会 東京
7. Wallace, T., C.B.E., M.C., D.Sc., F.R.I.C., V.M.H., F.R.S. 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. Her Majesty's Stationery Office. London

Summary

The diagnosis of nutritional status in legume crops

Imanishi M.*, Murtado**, S. Ningaram**, Nakashimada M.***

This study was conducted to practice the diagnosis of nutritional status of legume crops in the field. Two experiments were carried out, the first is ascertainment of the typical symptoms of macro-nutrient deficiencies on soybean and peanut crops by sand culture method, and the second is diagnosis of nutritional status on the abnormal peanut crops in the fields.

The results were as follows;

1. Visual symptoms of macro-nutrient deficiencies on legume crops.
(See photo.)

Nitrogen deficiency

Leaves are small, yellowish green to yellow. Plant growth is restricted.

Phosphorus deficiency

Plant growth is slowly. Leaves are small, dull green. Lower leaves change to yellow and fall.

Potassium deficiency

Older leaves show yellow mottling around margins of leaflet and the symptom moves to the younger leaves.

Calcium deficiency

Young leaves are chlorotic.

2. Diagnosis of the abnormal symptoms in the field

The growth of peanut crops were differed by phosphorus fertilizer supply or non. It was shown that the supply of phosphorus fertilizer was remarkably responsive for the growth of peanut crops in the field.

Calcium deficiency symptom was observed in a portion of the crops in these fields respectively. The results of chemical analysis of the

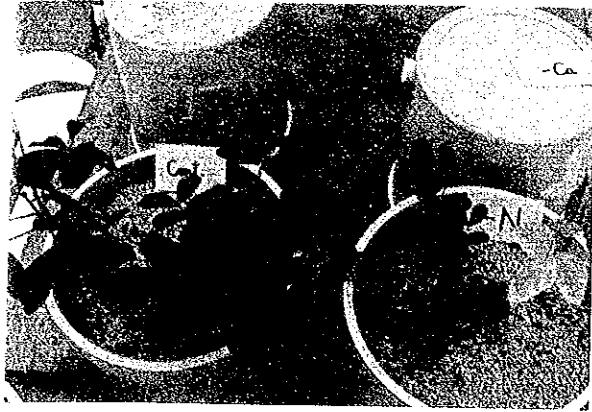
*: Chugoku National Agricultural Experiment Station, Ueno-Cho, Ayabe-Shi, Japan

** : Bogor Research Institute for Food Crops, Sindanbarang, Bogor, Indonesia

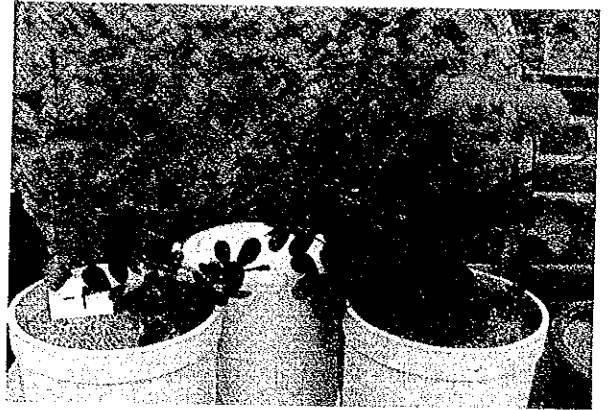
***: National Research Institute of Tea, Kanaya-Cho, Shizuoka-Ken, Japan

leaves were shown that the crops were lower contents of Ca, P and Mg than the normal crops.

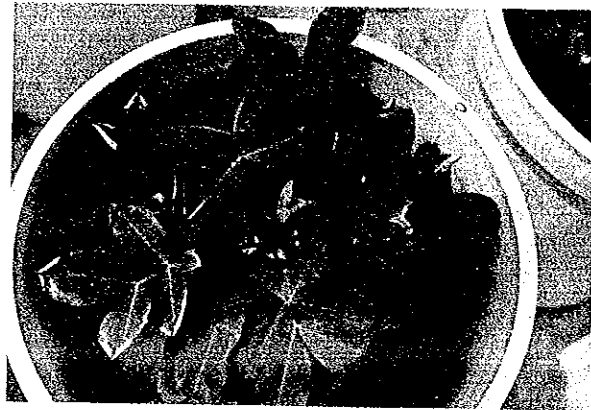
These results suggest that Ca and P fertilizer must be soon added to these fields for higher production of peanut.



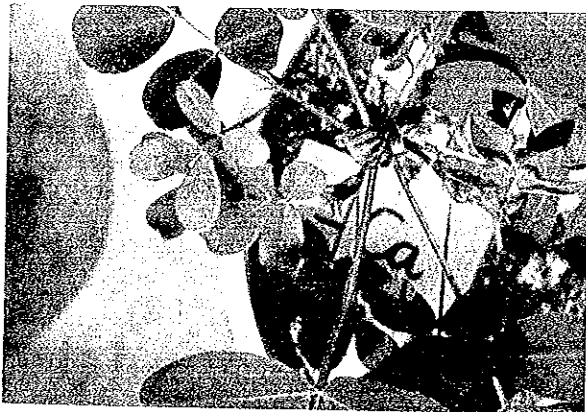
左：対照区。右：窒素欠乏症状。



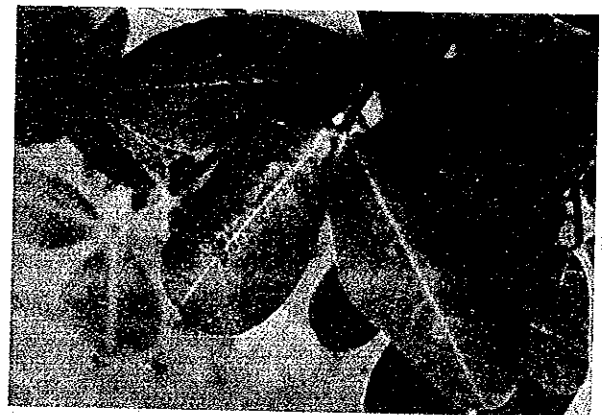
左：りん酸欠乏症状。右：対照区。



落花生のカリウム欠乏症状。



落花生のカリシウム欠乏症状。



落花生の病徴。1つの複葉中にも症状のあるものとないものが見られる。

第2図 要素欠乏症状と病徴

2-2 ジャワ島における土壌および作物中カドミウム、 亜鉛および銅汚染の有無ならびに含量レベル

結田 康一・中島田 誠・AKHMAD HIDAYAT・
SISMIYATI ROECHAN・IRWAN NASUTION

1. 緒 言

インドネシア、特に人口が密集しているジャワ島では水や土壌などの環境汚染の進行が危惧されているが農耕地の環境汚染に関する調査研究はほとんどなされていない。そこで、イタイイタイ病の原因物質とされるカドミウムの他、亜鉛と銅を含む3重金属元素をとり上げ、ジャワ島農耕地土壌および作物の汚染の有無、ならびに含量レベルを明らかにすることを目的として調査研究を行った。

2. 材料と方法

1) 土壌および作物試料

ジャワ島内には大きな鉱山や製錬所は存在しないので、これら3元素の有力な特定汚染源はないと考えられる。しかし、工業・都市地域でこれら3元素を含有する製品の加工・製造や消費は少なくないので、これら地域からの汚染について注目する必要がある。

そこで、大都市地域からの廃水流入河川を通じての水田土壌の汚染の有無を明らかにすることを主課題とした。すなわち、図1に示すごとく、大都市の位置する河川流域を対象に、都市廃水の影響をうける中下流域の水田と、これら廃水の影響をほとんど受けない上流域の水田を対比させた。また、水系を通じての汚染がほとんど問題とならない畑も対照とした。以上のねらいのもとに採取した土壌および作物の内訳を表1に示す。

水田14地点の内9地点は1枚の水田のほぼ中央の水央部1ヶ所、4地点は水の取り入れ口（水口）と水の出口（水尻）を加えて3ヶ所、1地点は水口と水尻の2ヶ所より、作土と心土を採取した。畑はそれぞれが主要土壌群を代表する3地点の1枚の畑のほぼ中央より作土と心土を採取した。採取土壌は54点で、その内畑土壌は8点である。作物は、採取土壌と同じ圃場のほぼ中央部より、作物茎葉と可食部を採取した。採取時期は表1に示すごとく、1982年11月9日～11月16日と11月23日～11月25日で、水稻収穫期あるいは収穫期後であったため、水稻試料を採取できない場合が少なくなかった。試料数は、水稻茎葉、玄米各4点の他、サトウキビ、キャッサバ、各種野菜等18点、計26点である。

2) 試料の調製

採取した土壌は、日蔭で風乾後乳鉢を用いて粗砕しながら口径2mmの合成繊維製篩でふるい、2mm以上の礫や混在物を除いた。採取した作物は、枯葉や土などが附着した下葉などを

表1 採取土壌および作物の内訳

採取時期：1982.11.9～11.16 (No. 1～10)、1982.11.23～11.25 (No. 11～18)

土地利用	地点番号	地名 (標高, m)	土壌	位置	層位	深さ (cm)	作物名	部位					
水	1	Ci Tarum 川上流域バンドン市周辺 (染色工場排水流入小河川) Anta pani cicadas (720)	沖積土壌	水央	作土 心土	0~10 10~20	水稲	茎葉 玄米					
	2	Ci Tarum 川上流域バンドン市西方1.8 km Batujajar, Baturiajar (650)	火山灰土壌	水口	作土 心土	0~12 12~30							
				水央	作土 心土	0~12 12~30							
				水尻	作土 心土	0~12 12~30							
				平均	作土 心土	0~12 12~30							
	3	Ci Tarum 川中流域 Curug, Klari, Krawang (110)	沖積土壌	水央	作土 心土	0~16 16~40							
4	Ci Tarum 川下流域 Kertasari, Rengasdengklok, Krawang (90)	沖積土壌	水央	作土 心土	0~18 18~40								
5	Bodri 川上流域 Nggemo, Kendal, Gemuh (100)	沖積土壌	水口	作土 心土	0~18 18~35	サトウキビ 水稲 (サトウキビ畑に隣接)	葉 茎葉						
			水尻	作土 心土	0~18 18~35								
			平均	作土 心土	0~18 18~35								
6	Bodri 川下流域 Wonosari, Patebon, Kendal (120)	沖積土壌	水口	作土 心土	0~15 15~35								
			水央	作土 心土	0~15 15~35								
			水尻	作土 心土	0~15 15~35								
			平均	作土 心土	0~15 15~35								
7	Bengawan Solo 川上流域, Sragen 西方 2 km (120)	反転土壌	水央	作土 心土	0~13 13~33	サトウキビ	葉						
				8	Opak 川上流域 Candi, Ngaglik, Sleman (350)			岩屑土	水央	作土 心土	0~15 15~25	水稲	茎葉 玄米
				9	Opak 川中流域 Banguntapan, Bantul, Kotagede (150)			沖積土壌	水央	作土 心土	0~15 15~40	水稲	茎葉 玄米

表1 つづき

土地利用	地点番号	地名〔標高, m〕	土壌	位置	層位	深さ (cm)	作物名	部位	
	10	Opak 川下流域 Setoarjo, Pundong, Bantul (50)	沖積土壌	水口	作土	0~12			
					心土	12~30			
					水尻	作土			0~12
						心土			12~30
					平均	作土			0~12
心土	12~30								
	11	Bekasi 川上流域 Cirimekar, Cibinong, Bogor (220)	沖積土壌	水尻	作土	0~20			
					心土	20~25			
	12	Bekasi 川中流域 Tiadung Udik, Gunung Putri, Bogor (180)	沖積土壌	水尻	作土	0~16	インゲン豆	茎葉 実(サヤ込み)	
					心土	16~40			
	13	Bekasi 川下流域 Marga, Mulya Bekasi (110)	沖積土壌	水口	作土	0~15			
					心土	15~37			
					水尻	作土			0~15
						心土			15~37
					平均	作土			0~15
心土	15~37								
	17	Sukasari, Serang, Bekasi (150)	赤黄色ポド ソル性土壌	水尻	作土	0~10			
					心土	10~25			
	14	Sindang Laya, Pacet, Cipanas, Cianjur (1200)	火山灰土壌	畑(1)	作土	0~12	とうもろこし, サトウキビ タマネギ, エンジン, 白菜 ヤマイモ, 大豆, キャッサバ キャベツ	茎葉 実 (サヤ込み)	
					中央	心土			12~35
				畑(2)	作土	0~20			
					中央	心土			20~35
	15	Narogong, Cileungsi, Bogor (200)	ラトソル	畑	作土	0~15	キャッサバ	茎葉 根	
				中央	心土	15~35			
	16	Sukasari, Serang, Bekasi (No 17に隣接) (150)	赤黄色ポド ソル性土壌	畑	作土	0~13	キャッサバ	茎葉 根	
				中央	心土	13~35			
	18	Pacet, agricultural experimental station					かんしょ "	葉 根	

取り除き、ステンレスバサミで2~3 cm以下に細断、可食根は水洗後ステンレス製ナイフで1~2 cm以下に細断した。いずれも70°Cで3昼夜乾燥した。籾は脱穀機で脱穀した後風乾した。以上のようにして乾燥した作物試料はいずれもステンレス製粉碎機で粉碎した。調製した土壌、作物試料共ポリ製ビンに入れ保存した。

3) カドミウム、亜鉛、銅の分析法

土壌：0.1 N塩酸浸出液の原子吸光光度計による直接燃焼法⁷⁾によった。この方法は、我国農用地土壌の汚染防止法⁸⁾にもとづく土壌中カドミウムの公定分析法であり、亜鉛、銅ともこれに準じた。0.1 N塩酸で抽出される3元素は、作物に吸収されやすい画分のみであり、土壌中全量に対する抽出率は、カドミウム67% (35~99%¹⁾)、亜鉛41% (22~85%²⁾)、銅41% (30~58%⁴⁾)程度である。

具体的には、風乾細土10 gを100 ml容広口ビンにとり、0.1 N HCl 50 mlを加えて、30°Cで約1時間振とう後ろ過(5種5 Bろ紙)した。ろ液は原子吸光光度計(HITACHI 170-50 A、フレーム法)で燃焼させて吸光度を測定した。検量線作製用標準液濃度(ppm)は下記のようにした。

Cd 0、0.05、0.1

Zn 0、0.5、1および0、1、2、3 (高濃度試料のみ)

Cu 0、1、2、3

作物：過塩素酸分解液の直接燃焼法⁴⁾によった。本法は作物中のほぼ全量の3元素を抽出できるが、溶媒抽出操作を省略した簡便法であるため定量感度は低くなっている。

具体的には、作物粉末試料1 gを硝酸-過塩素酸混液10 mlを加えて加熱分解後、分解液をメスフラスコに移して100 mlの定量とし、オープンフレーム原子吸光光度計(HITACHI 180-70 フレームレス法)で燃焼させた。バックグランド補正はしなかった。検量線作製用標準液濃度(ppm)は下記のようにした。

Cd 0、0.01

Zn 0、0.5、1

Cu 0、0.5、1

3. 結果ならびに考察

土壌および作物中3重金属元素の分析結果を表2、3に示す。比較のため我国の土壌中カドミウム、亜鉛、銅の含量レベルを表4に示す。土壌中カドミウムの平均含量(最小~最大)は、水田作土0.16 (0.036~0.24)、心土0.15 (0.048~0.27) ppm、畑作土0.11 (0.047~0.23)、心土0.097 (0.026~0.22) ppmである。これは我国の非汚染水田および畑作土の平均値0.4および0.3 ppmと比べても1/2以下の低含量であり、最高の0.24 ppmでも平均値に及ばない。土壌中亜鉛の平均含量(最小~最大)は、水田作土4.5

表2 土壤中カドミウム、亜鉛、銅含量

土地利用	地点番号	地点名	土壌	位置	層位	ppm / 風乾土		
						カドミウム	亜鉛	銅
水	1	Ci Tarum川 上流域	沖積土壌	水央	作心 土土	0.11	16.4 ⁵	13.1 ⁵
						0.19	11.4	
	2	"	火山灰土壌	水央	作心 土土	0.18	1.4 ⁵	6.8
						0.12	0.8	5.5
						0.19	1.5 ³	6.6
						0.13	0.5 ⁵	4.9 ⁵
						0.14	1.5 ⁵	6.8 ⁵
						0.16	1.2	6.6 ⁵
	平均	作心 土土	0.17	1.5 ¹	6.7 ⁵			
			0.14	0.8 ⁵	5.7			
	3	Ci Tarum川 中流域	沖積土壌	水央	作心 土土	0.14	1.8 ⁸	9.6
						0.087	0.8 ⁸	5.2
	4	Ci Tarum川 下流域	沖積土壌	水央	作心 土土	0.21	9.5 ⁵	9.7 ⁵
						0.18	6.9 ⁵	6.3 ⁵
	5	Bodri川上流 域	沖積土壌	水口	作心 土土	0.23	1.7 ⁵	0.5 ⁵
						0.24	2.5 ⁵	1.2 ⁵
						0.24	4.1 ⁵	3.3 ⁵
						0.25	4.4 ⁸	3.7 ⁵
						平均	作心 土土	0.24
						0.25	3.5 ²	2.5
6	Bodri川下流 域	沖積土壌	水口	作心 土土	0.27	0.6	0.3 ⁵	
					0.29	0.6 ⁵	0.3 ⁵	
					0.21	3.9 ⁵	2.4 ⁵	
					0.24	1.2 ³	0.3 ⁵	
					0.24	6.4 ⁵	5.0 ⁵	
					0.27	2.1	0.7 ⁵	
平均	作心 土土	0.24	3.6 ⁷	2.6 ²				
					0.27	1.3 ³	0.4 ⁵	
7	Bengawan Solo川上流域	反転土壌	水央	作心 土土	0.18	2.0 ⁵	4.6 ⁵	
					0.12	0.8	3.3 ⁵	
8	Opak川上流域	岩屑土	水央	作心 土土	0.12	3.2 ⁵	11.3 ⁵	
					0.090	2.8 ⁵	11.2	
9	Opak川中流域	沖積土壌	水央	作心 土土	0.13	9.0 ⁰	14.0 ⁵	
					0.11	2.8 ⁵	13.5 ⁵	
田	Opak川下流域	沖積土壌	水口	作心 土土	0.16	2.2 ⁵	3.8 ⁵	
					0.13	1.8 ⁰	3.8 ⁵	
					0.16	2.2 ³	3.7 ⁵	
					0.18	1.6 ⁸	3.3	
					0.16	2.1 ⁸	3.6	
					0.17	1.5 ⁸	3.1 ⁵	
平均	作心 土土	0.16	2.2 ²	3.7 ²				
					0.16	1.6 ⁹	3.4 ³	

表2 つづき

土地利用	地点番号	地点名	土 壤	位 置	層 位	ppm / 風 乾 土		
						カドミウム	亜 鉛	銅
11	Bekasi川上流域	沖積土壌	水央	作 土	0.19	12.3 ⁰	10.2 ⁵	
					心 土	0.27	10.5 ⁵	10.0 ⁵
12	Bekasi川中流域	沖積土壌	水央	作 土	0.16	7.7 ⁵	3.5	
					心 土	0.12	4.5 ⁸	3.9
13	Bekasi川下流域	沖積土壌	水口	作 土	0.15	4.0 ⁵	2.7 ⁵	
				心 土	0.11	4.5 ³	2.7 ⁵	
			水央	作 土	0.19	3.5 ³	4.5 ⁵	
				心 土	0.13	3.6 ³	4.9 ⁵	
			水尻	作 土	0.16	4.2 ⁰	5.1 ⁵	
				心 土	0.13	4.4 ⁵	2.8	
			平均	作 土	0.17	3.9 ³	4.1 ⁵	
心 土	0.12	4.2 ⁰	3.4 ⁸					
17	Bekasi	赤黄色ポドソル性土壌	水央	作 土	0.036	1.4 ⁵	3.2	
				心 土	0.048	0.7 ³	2.5	
総 平 均				作 土	0.16	4.4 ⁹	5.8 ⁷	
				(最小~最大)	(0.036~0.24)	(0.6~16.4 ⁵)	(0.35~14.0 ⁵)	
				心 土	0.15	3.17	4.89 ⁵	
				(最小~最大)	(0.048~0.27)	(0.5 ⁵ ~11.4)	(0.3~13.5 ⁵)	
14	Cipanas	火山灰土壌	畑(1)	作 土	0.24	8.4 ⁵	5.8 ⁵	
				中央	心 土	0.20	6.3 ⁵	5.0 ⁵
			畑(2)	作 土	0.21	7.7 ⁵	4.9 ⁵	
				中央	心 土	0.23	6.2 ⁵	5.0 ⁵
			平均	作 土	0.23	8.1 ⁰	5.3 ⁸	
心 土	0.22	6.3 ⁰	5.0 ⁵					
畑 15	Bogor	ラトソル	畑中央	作 土	0.047	1.5 ³	3.8 ⁵	
				心 土	0.046	1.5 ⁵	3.8 ⁵	
16	Bekasi	赤黄色ポドソル性土壌	畑中央	作 土	0.063	1.0 ⁸	1.3	
				心 土	0.026	0.1	1.3 ⁵	
総 平 均				作 土	0.11	0.68	3.9 ⁶	
				(最小~最大)	(0.047~0.23)	(1.0~8.4 ⁵)	(1.3~5.8)	
				心 土	0.097	3.5 ⁸	3.8 ³	
				(最小~最大)	(0.026~0.22)	(0.18~6.3 ⁵)	(1.3 ⁵ ~5.0 ⁵)	

表3 作物中カドミウム、亜鉛、銅、含量

土地利用	地点番号	地点名	作物名	部位	ppm / 乾物		
					カドミウム	亜鉛	銅
水	1	Ci Tarum 川上流域	水	稲 茎	> 0.2	24	10
			"	玄米	> 0.2	52	7
	5	Bodri 川上流域	水	稲 茎	> 0.2	13	6.5
			"	玄米	> 0.2	27.5	1.5
			サトウキビ (1)	葉	> 0.2	10.5	7
		"	(2)	"	> 0.2	12	9
	7	Bengawan Sdo 川上流域	サトウキビ	葉	> 0.2	16.5	8
田	8	Opak 川上流域	水	稲 茎	> 0.2	27	3.5
			"	玄米	> 0.2	38	3
	9	Opak 川中流域	水	稲 茎	> 0.2	16.5	10.5
		"	玄米	> 0.2	37.5	3.5	
平均 (最小~最大)			水	稲 茎	> 0.2	20.1 (13~27)	7.6 (3.5~10.5)
			玄	米	> 0.2	38.8 (27.5~52)	3.8 (1.5~7)
			サトウキビ	葉	> 0.2	13 (10~16.5)	8 (7~9)
畑	14	Cipanas	とりもろこし	葉	> 0.2	22	14.5
			"	実	> 0.2	25.5	3.5
			サトウキビ	葉	1.2	47.5	13
			タマネギ	葉	0.4	38	13.5
			人参	葉	0.4	41.5	9.5
			白菜	葉	0.8	69.5	11.5
			ヤマイモ	葉	0.2	36.5	14.5
			大豆	葉	> 0.2	47.5	11
			キャッサバ	葉	> 0.2	88	7.5
			キャベツ	葉	> 0.2	23	6
エンドウ	豆	> 0.2	34	10.5			
18			かんしょ	葉	> 0.2	33.5	18
			"	根	> 0.2	6.5	7
平均 (最小~最大)			作物 茎	> 0.2	44.7 (22~88)	10.6 (6~18)	
			子実	> 0.2	29.8	7	
			可食根	> 0.2	25.5~34 6.5	3.5~10.5 7	

(0.6~1.65)、心土3.2(0.5~1.14)、畑作土4.5(0.6~1.65)、心土3.6(0.18~6.4)ppmである。これは我国の非汚染水田および畑作土の平均値1.2.1および9.8ppmに比べてもかなり低い。最高の1.65ppmでも平均値よりやや高い程度で、汚染地水田作土平均の4.7.8ppmに比べると著しく低い。土壤中銅の平均含量(最小~最大)は、水田土5.9(0.35~14.1)、心土4.9(0.3~13.6)、畑作土4.0(1.3~5.8)、心土3.8(1.4~5.1)ppmである。これは我国の非汚染水田および畑作土の平均値7.2および2.3ppmに比べて水田はやや低くなっているが、畑は今までのと異なり2倍ほど高くなっている。畑の場合、特に汚染源はなく土壌固有の天然の銅だと推定される。以上述べたごとく、いずれの地域も3重金属元素による土壌汚染は全くないと推定される。このことは、3元素とも水系を通じての汚染の時にみられる上流域より下流域、水尻より水口の含量が大きくなる傾向が、表5、6に示すごとく全く認められないことから推測される。ただし、No.1の染色工場からの廃水が流入する小河川流域の水田土壌で亜鉛と銅含量がやや高く若干汚染している可能性がある。なおカドミウムの場合、我国の非汚染土のカドミウム含量より著しく低くなったのは、我国の農耕地土壌全体が人為的なカドミウム負荷を受けていることを暗示している。恐らくはカドミウムを20ppmも含有する過リン酸肥料の大量の連用の結果が反映したものと推定した。

次に作土と心土の含量差をみると、3元素共作土の方が若干高い傾向がうかがえる。また、水田と畑土壌の差は畑土壌の試料数が少なく比較しにくい、明確な差は認められない。

作物中カドミウムの平均含量(最小~最大)は、ほとんどのものが定量下限(0.2ppm)以下となっており我国との比較はできない。これは本報が汚染の有無の判定に力点をあいたため、簡便ではあるが感度の低い直接燃焼法によったためである。我国のカドミウム規準値は、玄米についてのみ1.0ppm以下と定められており、ジャワ島の米は当然ながら全く問題がないといえる。なお、No.14の畑作物の一部に0.2ppm以上のものが認められるが、これは乾物に対する濃度であるし土壌中カドミウム含量からみて汚染によるとは考えられず、作物自体のカドミウム吸収力が大きいためと考えられる。作物中亜鉛平均含量(最小~最大)は、水稻莖葉20.7(1.3~2.7)、玄米3.8.8(2.7.5~5.2)ppm、畑の作物莖葉4.4.7(2.2~8.8)、子実2.9.8(2.5.5~4.4)、可食根6.5ppmである。これらは、我国の非汚染地域の水田および畑作物⁵⁾と比べてほぼ平均的レベルといえる。また作物中銅平均含量(最小~最大)は、水稻莖葉7.6(3.5~10.5)、玄米3.8(1.5~7)で、畑の作物莖葉1.0.6(6~1.8)、子実7(3.5~10.5)、可食根7ppmである。これらの値も我国の非汚染地域の水田および畑作物⁶⁾と比べてほぼ平均的レベルといえる。亜鉛および銅は植物の必須元素であり、土壌中両元素含量は我国より低めであったが、必要量を吸収したためと思われる。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、国際協力事業団の関係職員の方々、インドネシア中央食用作物研究所

表4 我国の水田および畑土壤中カドミウム、亜鉛および銅含量

土地利用	汚染の有無	土 壌 中 濃 度 ppm/乾土					
		カドミウム		亜 鉛		銅	
		(点数)	平均値	(点数)	平均値	(点数)	平均値
水 田	無	(2,753)	0.4	(2,753)	12.1	(2,753)	7.2
	有	(288)	1.0	(288)	47.8	(288)	27.5
畑	無	(720)	0.3	(719)	9.8	(720)	2.3
	有	(24)	0.8	(24)	29.7	(24)	9.8

注 0.1 N 塩酸浸出液直接燃焼法

表5 水田の水口、水央、水尻別カドミウム、亜鉛、銅の平均含量

位 置	層 位	(点数)	ppm/風乾土		
			カドミウム	亜 鉛	銅
水 口	作 土	(5)	0.20	2.0	2.8
	心 土	(5)	0.18	2.1	2.7
水 央	作 土	(4)	0.19	2.8	4.3
	心 土	(4)	0.17	1.8	3.4
水 尻	作 土	(5)	0.19	3.7	4.8
	心 土	(5)	0.20	2.8	3.4

表6 上流、中流、下流域別水田土壤中カドミウム、亜鉛、銅含量(4河川の平均*)

流 域	層 位	ppm/風乾土		
		カドミウム	亜 鉛	銅
上 流	作 土	0.18	4.2	7.0
	心 土	0.17	3.7	6.7
中 流	作 土	0.14	6.2	9.1
	心 土	0.11	2.8	7.6
下 流	作 土	0.20	4.8	5.1
	心 土	0.18	3.5	3.4

* 各水田の水口、水央、水尻の平均値をもとにさらに4河川の上、中、下流域の平均を求めた。

※1の沖積土壌は計算より除外した。

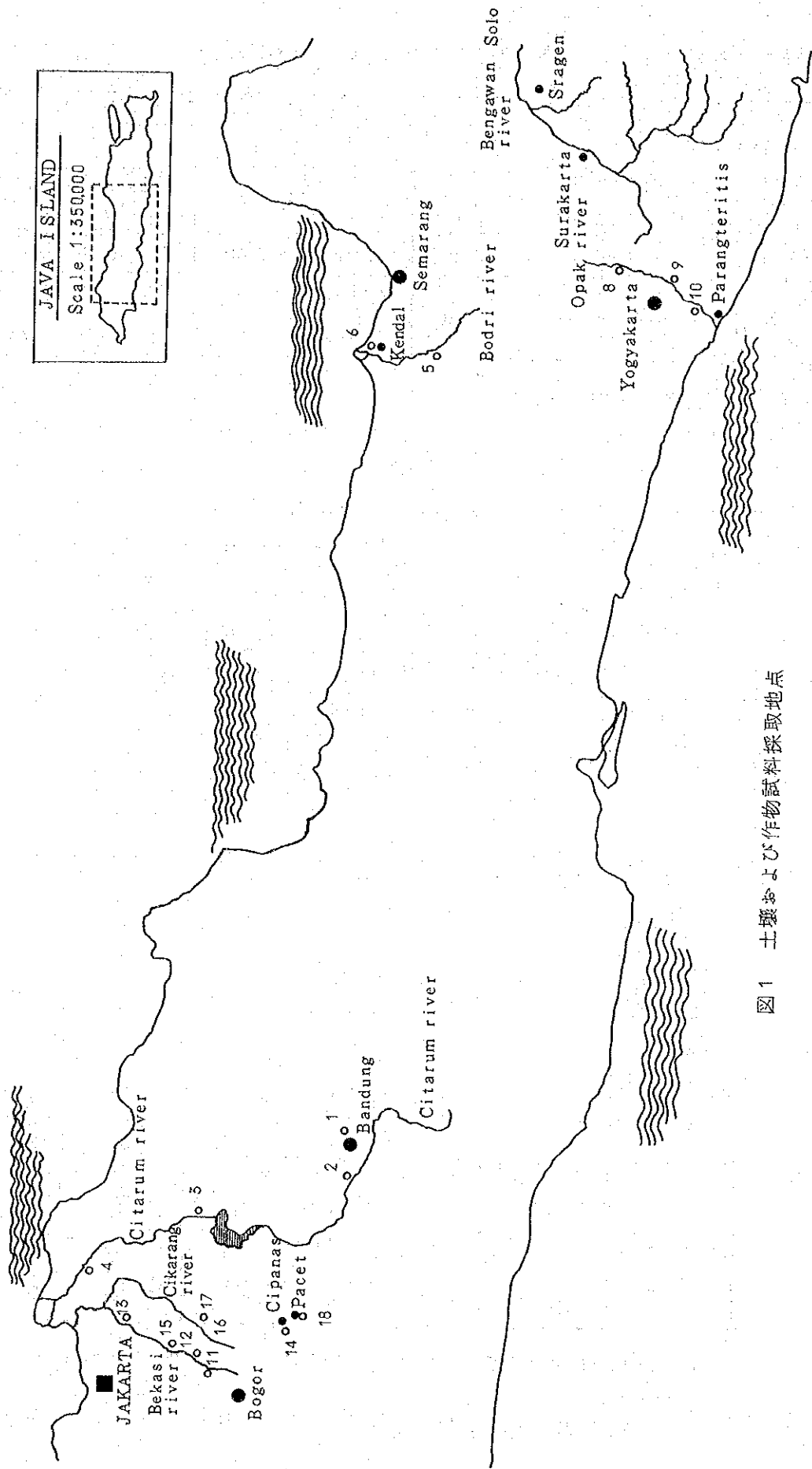


図1 土壌および作物試料採取地点

長の M. Roesli Hakim 氏、ポゴール食用作物研究所長の B.H. Siwi 氏、同研究所植物栄養部長の M. Ismunadji 氏らに種々の御援助、御便宜をいただいた。また、同研究所内の研究プロジェクトチームの戸田節郎団長以下の団員の皆様には、有益なアドバイス、激励、御配慮などをいただいた。農業環境技術研究所の山崎慎一水質動態研究室長、木方展治同研究員には、3 重金属元素の分析に御協力いただいた

以上の方々に深く感謝の意を表する。

引用文献

1. 渋谷政夫・小山雄生・渡辺久男 1978. 重金属測定法、博友社 54.
2. _____ : _____、_____ . 69.
3. _____ : _____、_____ . 91.
4. K. Yuita, M. Nakashimada, Akhmad Hidayat, Sisimiyati Roechan and Irwan Nasution 1983. Analytical Method For Cadmium (Cd) in Soil and Crops. 20-26. Japan - Indonesia Joint Research Project ATA - 218.
5. _____ : _____、61. _____
6. _____ : _____、77. _____
7. _____ : _____、4-20. _____
8. 吉池昭夫(渋谷政夫編) 1979. 土壤汚染の機構と対策. 産業図書. 129-141.

The Appraisal for the Existence of the Arable Land Pollution of Cadmium, Zinc and Copper, and the Content Level of these Heavy Metals in Java Island

K. Yita*, M. Nakashimada**, Akhmad Hidayat***, Sisdiyati Roechan***
and Irwan Nasution***

Environmental pollution in Indonesian agriculture seems to be increasing. But the investigation (or survey) and studies on the pollution in the arable land are still few.

Among the pollutants, heavy metals, especially Cadmium is of great potential concern due to its pathogenetic substance of "Itai-itai" disease.

So, we intended to clarify the existence of the Cadmium (Cd), Zinc (Zn) and Copper (Cu) pollution of the arable land, especially the paddy field through the irrigation water in Java island.

The average Cd, Zn and Cu contents of the plowed horizon of the paddy fields were 0.16, 4.5 and 5.9 ppm (Number of the sampling sites 14).

These values was lower than those of the Japanese unpolluted paddy fields (Cd 0.4, Zn 12.1, Cu 7.2 ppm, number of samples 2753).

In case of Cd, the maximum content in Java island was only 0.27 ppm. The Cd, Zn and Cu contentents in the lower streams were almost the same as those in the upper streams.

The average Cd, Zn and Cu contents of the plowed horizon of the upland fields were 0.11, 4.7 and 3.5 ppm (Number of the sampling sites 3).

These value were also lower than, or almost the same as the Japanese unpolluted upland fields.

The contents of the Cd, Zn and Cu in crops were almost same as the Japanese unpolluted crops.

From these analytical data, it can be concluded that the any districts investigated were still entirely unpolluted by the Cd, Zn and Cu.

*: National Institute of Agro-Environmental Sciences.

(Ibaraki, 305 Japan)

** : Hokkaido National Agricultural Experiment Station

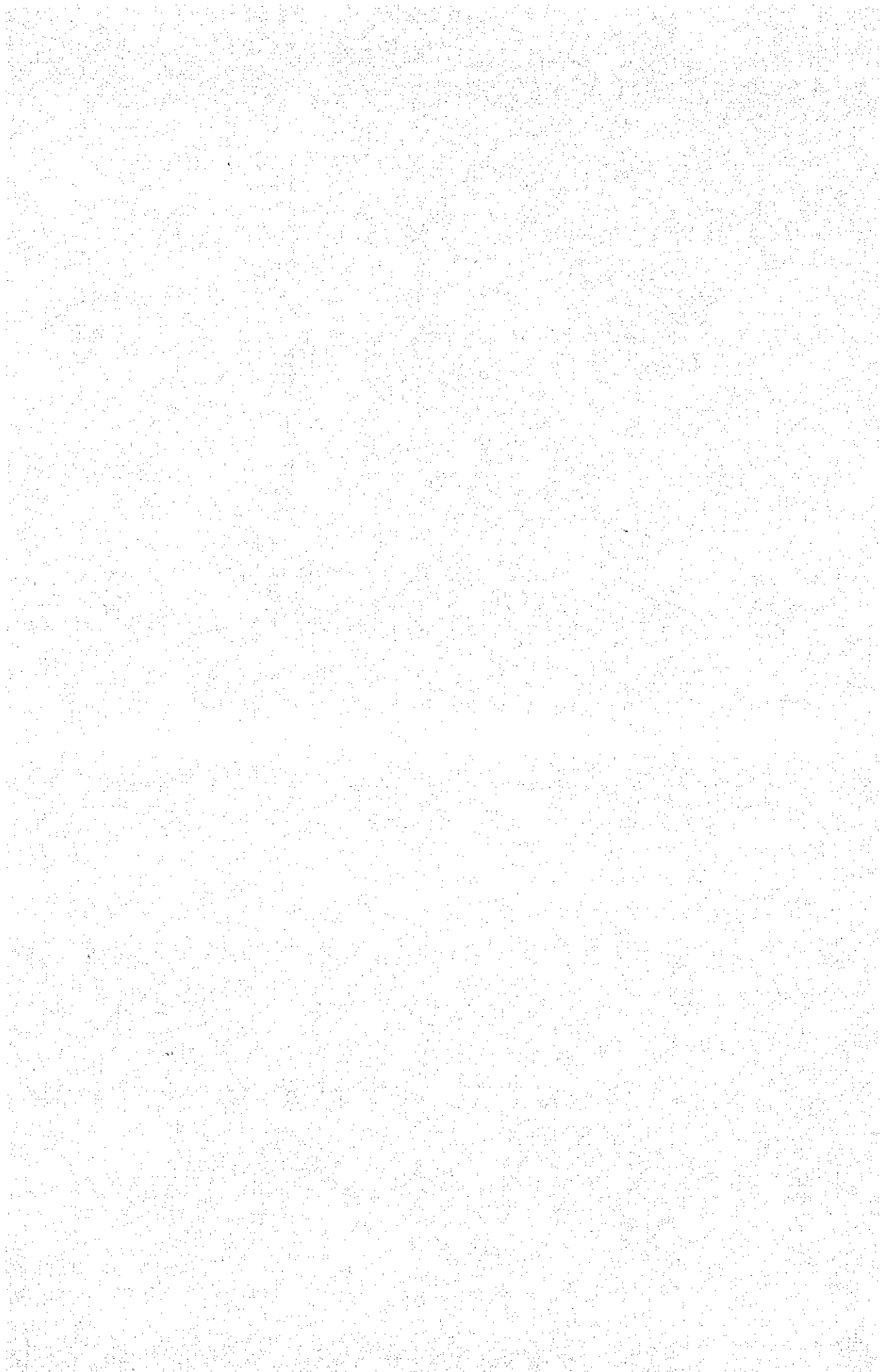
(Nemuro cho, Hokkaido)

***: Bogor Research Institute for Food Crops

(Bogor, Indonesia)

These data are almost important as the basic data for judging the advance of these heavy metals pollution in Java island hereafter.

3. 植物病理部門



3-1 大豆圃場を中心としたジャワ島内の畑地に 発生する有害土壌線虫

西澤 務*

緒 言

植物生産の阻害要因としての線虫類に関しては、一般的にみて熱帯圏や亜熱帯圏においては高緯度地帯に比べて発生種類数がより多く、それらによりもたらされる被害も概してより大きい、とみて間違いないと思われる。コスモポリタンな有害線虫の多くが、元来熱帯性の生物と言えるからである。

例えば、インドネシア国についてみると、現在世界的に重要な線虫となっているジャワネコブセンチュウ (*Meloidogyne javanica*) は、古く1885年にジャワ島のサトウキビから¹¹⁾、また、同じくミナネグサレセンチュウ (*Pratylenchus coffeae*) は1898年に同島のコーヒー樹から¹²⁾、それぞれ初めて発見・記載された種類である。さらに、19世紀後半から今世紀の初期にかけて、バンカ島は世界の黒コショウの特産地として名高かったが、1930年代に入ってからネモグリセンチュウ (*Radopholus similis* : 1893年にフィジーのパナナから最初に記録された線虫) が主因の“黄化病” (yellow disease, Geelziekte) が蔓延し始め、1953年には90%のコショウ園が懐滅するに至り、斯学の研究史に残る有名な線虫害の事例の一つとなった。¹⁰⁾

このように、インドネシア国に発生する線虫については、これまでに欧米の研究者によるいくつかの重要な調査・研究報告はみられる⁵⁾ものの、自国の研究者による業績は極く最近まで全く見当らない程に乏しい状態が続いてきた。

これは、当然のことながら、線虫専門家の不在が直接的な原因ではあるが、それには線虫そのものの検出や同定が容易でない上に、概して線虫害は慢性的であり、かつ特徴的な症状の乏しさから正しい診断も難しく、多くの場合に“忌地現象”あるいは“連作障害”の中に埋没されやすい、という一般性の存在がその背景となっている。従って、より顕在的な農業に関する試験研究問題への対応においてすら未だ十分とはいえない同国の実状の中では、線虫研究の遅れはやむを得なかった過程として理解できる。

ところで、そうした線虫及び線虫害がもつ本質的な潜在性のために、多くの先進諸国においてすら未だ一般にそれ程のものとは気付かれていないが、「農作物の線虫害の総計は、昆虫害のそれと金額的にみて大差はない」と推定する線虫学者の論説⁶⁾がある。このような表現が決して誇大妄想でないことは、線虫害への対応に自らの手を染めた経験者以外には理解されにくいに違いない。1980年現在で世界で記録された植物寄生性線虫は134属2622種にもほり(ア

* 農業環境技術研究所

メリカ線虫学会)、程度の差こそあれ、それらのいずれかの影響を受けない植物はないといわれる。

従って、農業生産の向上を目指す試験研究や施策の推進、特に熱帯圏でのそれらの実施に当たっては、線虫問題への適切な対応が重要な課題として存在することを強く指摘したい。

日本・インドネシア両国における第2次農業研究協力プロジェクトにおいて、“作付体系に係る豆類研究強化”が企画・締結された。筆者は、本プロジェクトに係る線虫生態に関しての技術指導を命ぜられ、1982年4月～6月に2か月間、短期専門家としてインドネシア中央食用作物研究所(CRIFC)に派遣・駐在する機会に恵まれた。

本プロジェクトの主対象作物は大豆であったが、同国の大豆については線虫調査の記録が全く見当らなかった⁵⁾。このため、技術指導のかたわら、生態研究や対策確立のための原点としての発生実態の概況を取敢えず把握するために、急拠ジャワ島内各地の大豆圃場を中心とする予備的な線虫相調査等を計画した。その結果、貴重な新知見を含む若干の成果を得ることができたので、以下にその概要を報告する次第である。些かでも今後に資し得れば幸甚である。

材 料 と 方 法

ジャワ島内の主要な大豆栽培地帯を目標に、1982年4月(中・西部ジャワ)と同5月(東部ジャワ)に、夫々数日間ずつの自動車による巡回試料採集旅行を行った。道路沿に一定の広がりをもつ立毛中の大豆圃場(開花期～収穫期)が認められたとき下車し、半径約50mの範囲内の任意の5～6か所から地表下約5～15cmの部分の根圏土壌を約100gずつ採り、ポリエチレン袋に入れて混ぜ、一つの土壌試料とした。なお、ダイズ圃場の近くに他作物の栽培が認められた場合には、なるべくそれらからも同様な要領で土壌試料を採取した。

研究所に持帰った各土壌試料は、まず土塊を砕き、2mm目の篩を通して均質化した後、生土100gずつを線虫分離に供した。

分離・抽出方法は、Christie and Perry¹⁾の方法に準じた“篩分け・ベルマン法”を用いた。すなわち、100gの生土をボールに入れ、これに約1ℓの水を加えてよく攪拌し、上清部を325メッシュの篩に注いだ。この操作を4～5回反復し、篩上に留まった画分(線虫を含む)を一旦ビーカーに洗い集め、上径1.2cmのガラス濾斗、径9cmの目の荒い金網、及びモスリン布を使用した“ベルマン濾斗”に移した。なお濾斗の下端にはゴム管を用いてガラス管瓶を装着させた。ベルマン装置での線虫抽出条件は、室温で3日間とした。

こうして濾斗の下端に取付けたガラス管瓶中に自動的に集められた線虫懸濁液を目盛付の“シラキース時計皿”に移し、主として40倍の実態顕微鏡下で属別の線虫個体数を調べた。なお、抽出された個体数が著しく多い場合には稀釈法を用い、かつ“1ml線虫計数スライド”を使用して計数した。また、属の同定に際してはしばしば高倍率の光学生物顕微鏡も併用した。

同じ要領で、Muara試験場内に既設されていたクロタラリア区及び大豆区の線虫調査を行い、

前者の線虫密度抑制効果を検証した。

なお、大豆の線虫調査で発見されたシストセンチュウについては、その重要性にかんがみ、禁止品輸入許可を得て帰国後も農業技術研究所において同定作業や生態実験を継続することにした。

以上の他に、代表的なインドネシア産の大豆50品種（系統）のネコブセンチュウ及びシストセンチュウに対する予備的な抵抗性検定実験を行ったが、それらの要領等は個別に結果の項で記述する。

結 果

1 ジャワ島内各地の大豆圃場における有害線虫調査結果

第1表に各土壌試料100g（生土）から検出された有害（植物寄生性）線虫の属別の個体数を一括して示した。

この予備的調査でジャワ島内の大豆圃場から合計15属の線虫が検出された。多くの土壌試料からは3～5属の線虫が共存していることが示された。この他に水稲との輪換栽培の圃場からはしばしばイネネモグリセンチュウ（*Hirschmanniella*）が、またミカンとの混作の場合にはミカンネセンチュウ（*Tylenchulus*）が検出されたが、両者とも明らかに大豆には寄生性をもたないので表からは除外した。

なお、本報の中で表示する線虫の学名（属）につき、対応する英名及び和名を参考までに第2表に一括して示した。

調査試料38点のうち、約4/5は水稲との輪換栽培の大豆圃場からのものであり（特に東部ジャワからのものは総て）、その殆んどが典型的な重粘土壌であり（第1表に示した土性区分は筆者の経験的な判別による）、移植ゴテでは採土が至難な程に表土が硬い状態であったが、にも拘らず、畑地の有害線虫が検出されない試料はなかった。それら水田作大豆の根圏土壌からはラセンセンチュウ（*Helicotylenchus*）、ヤリセンチュウ（*Hoplolaimus*）、イシユクセンチュウ（*Tylenchorhynchus*）などの検出頻度が高かったが、ネグサレセンチュウ（*Pratylenchus*）やネコブセンチュウ（*Meloidogyne*）が検出される場合もあった。

中・西部ジャワで、標高がやや高く、土性は壤土～埴壤土で、代表的な畑作地帯（Patuk, Rowalo, Garut など）の大豆圃場からは、予想通りにネコブセンチュウ（*Meloidogyne*）あるいはニセフクロセンチュウ（*Rotylenchulus*）が極めて高密度に検出され、それらが同地帯における重要有害線虫であることが確認された。特にGarut産の3試料からのニセフクロセンチュウの検出密度は格別に高かった。検出線虫群の一部を第1図に、被寄生・被害根系の一部を第2図に示した。

中部ジャワのPurworejoの一地域（ジョクジャカルタの近郊で、低標高かつ平坦な畑地帯）の大豆圃場（第3図）で採取した土壌試料のみからは、他の線虫に混って予想外にシストセ

第1表 ジャワ島内各地の大豆圃場の根圏土壌100gから検出した有害線虫の個体数

土 壤 試 料		Cra.	Crs.	Hel.	Hem.	Het.	Hop.	Mel.	Par.	Pra.	Rot.	Tro.	Tyl.	Xip.	Zyg.
東部ジャワ															
Lamongan	#C							214							
Bojonegoro	#CL		14										56		
Cepu	#C		2				19	17							
Madiun 1	#C							3							
Madiun 2	#C		6												
Ponorogo 1	#CL							16						13	
Ponorogo 2	#C							5							
Ponorogo 3	#C							37							
Trenggalek 1	#C		10				8			8					
Trenggalek 2	#C		31												
Kediri	#CL		40	12										69	
Pasuruan	#C		4					13							
Mojokerto	#CL		3											53	
Jombang 1	#C		12												
Jombang 2	#CL		4	5				114		4				24	
Jombang 3	#C		12											7	
Uganjuk 1	#C							4		2					
Uganjuk 2	#C		3												
中部ジャワ															
Brebes 1	#C			3						5	5			15	
Brebes 2	#C							68						10	
Kendal	#C	6						117	66	7					
Patuk	L		340	60			20	1380	240						
Gading	C							29						35	
Purworejo 1	CL							200 (L ₂)	15	20				80	
Purworejo 2	CL			8						15	147	15			
Purworejo 3	#C		141												
Rawalo	CL		97	24				20		1072				219	
西部ジャワ															
Bogor	CL		52	5			23						178		
Citayam	#C		3	25									27		
Muara 1	#C		16												
Muara 2	#C							31							
Muara 3	#C		7												
Sukamandi 1	#C		71										20	11	
Sukamandi 2	#C		216										62	12	
Cipanas	CL		333										166		
Garut 1	L							37					3384		
Garut 2	L		36					71					3035		
Garut 3	L		75					70					2872		

井 = 水稲と輪作した大豆

C = 植 土 CL = 植壤土 L = 壤 土

Cra. = *Criconema*, Crs. = *Criconemoides*, Hel. = *Helicotylenchus*, Hem. = *Hemicycliophora*,
 Het. = *Heterodera*, Hop. = *Hoplolaimus*, Mel. = *Meloidogyne*, Par. = *Paratylenchus*,
 Pra. = *Pratylenchus*, Rot. = *Rotylenchulus*, Rot. = *Rotylenchus*, Tro. = *Trophurus*,
 Tyl. = *Tylenchorhynchus*, Xip. = *Xiphinema*, Zyg. = *Zygotylenchus*.

第2表 ジャワ島の大豆その他の根圏土壌から検出された植物寄生性線虫の名称

学名(属)	英名	和名
<i>Criconeema</i>	Spine nematodes	トゲワセンチュウ
<i>Criconemoides</i>	Ring nematodes	ワセンチュウ
<i>Helicotylenchus</i>	Spiral nematodes	ラセンセンチュウ
<i>Hemicycliophora</i>	Sheath nematodes	サヤセンチュウ
<i>Heterodera</i>	Cyst nematodes	シストセンチュウ
<i>Hirschmanniella</i>	Rice root nematodes	イネネモグリセンチュウ
<i>Hoplolaimus</i>	Lance nematodes	ヤリセンチュウ
<i>Meloidogyne</i>	Root-knot nematodes	ネコブセンチュウ
<i>Paratylenchus</i>	Pin nematodes	ピンセンチュウ
<i>Pratylenchus</i>	Root-lesion nematodes	ネグサレセンチュウ
<i>Rotylenchulus</i>	Reniform nematodes	ニセフクロセンチュウ
<i>Rotylenchus</i>	Spiral nematodes	ラセンセンチュウ
<i>Trophurus</i>	—————	(トロフルス属線虫)
<i>Tylenchorhynchus</i>	Stunt nematodes	イシュクセンチュウ
<i>Tylenchulus</i>	Citrus nematode	ミカンネセンチュウ
<i>Xiphinema</i>	Dagger nematodes	オオハリセンチュウ
<i>Zygotylenchus</i>	—————	(ジゴティレンクス属線虫)

ンチュウ (*Heterodera*) の幼虫 (第4図) が多数検出された。そこで、本土壌試料につき別途に比重液浮遊法でシストの分離を試みた結果、乾土100g当りの蔽卵シストの検出数は49個 (5反復平均) であった (第5図)。ところで、この土壌試料中にはダイズ根が殆んど含まれていなかったため、本シストセンチュウが間違いなく大豆に寄生するものかどうかは、試料調査だけの時点でははっきりしなかった。そこで急拠接種試験を試みた結果、大豆に寄生性をもつ種類であることが容易に確認できた (第6図)。

世界の既知のシストセンチュウは約70種に及ぶが、それらの殆んどが分布域等から本質的に“温帯性”のものと考えられ、稀に熱帯・亜熱帯圏にそれらの発生がみられる場合は、標高の高い地帯に限られていること、ならびに、大豆の線虫としては被害の大きさや難防除性等のため最も重視されているものにダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) があるが、その既知の分布域は中華人民共和国、朝鮮半島、日本、アメリカ合衆国及びエジプトに限られていること、等から熱帯圏の低標高地帯の大豆圃場にシストセンチュウが発生しているこの実態の確認は、世界最初の記録となった。

本シストセンチュウが形態的にダイズシストセンチュウに極めて類似することだけは容易に分ったが、予想される新種としての正確な同定・記載のためには寄留先での機器、文献、及び時間のいずれもが不足していた。そこで、禁止品輸入許可（農水省指令57横植第2565号）を得て、本線虫に関する詳細な調査・実験を帰国後に農業技術研究所において継続することとした。

かくして、ジャワ産の本線虫と、本邦産（栃木農試黒磯分場内の大豆品種の線虫抵抗性検定圃場産）のダイズシストセンチュウにつき、一旦同一条件下で隔離飼育した材料を用いて同定・記載に必要な各発育段階の虫体の形態計測や標徴の比較検討⁷⁾を行った。その結果、形態学的に両者の間に何等計測値の有意な差や明確な識別点を認めることが出来なかった。従って、Pruworejo産のシストセンチュウはダイズシストセンチュウと同定される（図表省略）。

両者間に形態的な識別点は認められないものの、夫々の定着・生息環境のうち少なくとも通年の温度環境は大きく異なるはずであるため、生理的な温度反応には両者間に差がみられ、ジャワ産線虫は本邦産線虫に比べてより高温条件に適応した系統であるに違いない、と予想された。そこで、誤差範囲±1.0°C以内に温度制御の可能な人工照明バイオトロンを使用して4段階（昼間温度を20、25、30、35°C、夜間温度は夫々5°C下げた）の温度条件下における両者の発育・増殖度を比較した。その結果、予想外にこの温度反応においても両者間に差はみられず、共に30（夜温25）°Cで最もよく発育・増殖し、以下35（30）°C > 25（20）°C > 20（15）°Cの順序となった（図表省略）。

ところで、抵抗性遺伝子構成を異にする大豆5品種（Lee 68, Pickett 71, Peking, PI 88788, PI 90763）に対する反応（寄生・増殖の可否）の違いにより、現在温帯圏に発生するダイズシストセンチュウには少なくとも5つのレースの存在が知られている^{2, 4, 9)}。そこで、ジャワ産線虫のレース検定実験を行った結果、Lee 68及びPI 88788に寄生増殖が認められたことから、“レース№1”と判定できた。因みに、本邦には既にレース№1、№3、及び№5の3レースの発生分布が確認されている⁴⁾。

なお、ジャワ産線虫の寄主範囲も本邦産線虫と同様で、小豆が大豆と同様な好適寄主であり、インゲンやマングビーンでもかなり増殖するが、エンドウやウイングビーン及び*Crotalaria juncea*では増殖がみられなかった。

ジャワ産のダイズシストセンチュウに関する以上のような調査・実験結果を、1984年8月1日～3日に米国メリーランド州カレッジパークで開催された“第6回シストセンチュウに関するワークショップ”で口頭発表した*。

*: Nishizawa, T. 1984. "The cyst nematode occurring in soybean fields in the tropics, Java island." Sixth Biennial Cyst Nematode Workshop, Aug. 1-3, College Park, Md.

2. 大豆以外の作物から検出された有害線虫

大豆の場合と同じ手法で、他作物の数少ない試料について行った線虫調査結果を第3表(その1~5)に示した。

マングビーンの3土壌試料からは計4属の線虫(ラセン、サヤ、ネグサレ、ニセフクロ)が検出されたが、いずれも低密度であった。

Jatibarang産のカウビーからはおびただしく高密度のニセフクロが検出された。

ナンキンマメの7試料からは計8属の線虫(トゲワ、ワ、ラセン、サヤ、ネコブ、ネグサレ、ニセフクロ、イシュク)が検出された。これらのうち、Jatibarang産試料中のワセンチュウの密度が特に高かった。

とうもろこしの4試料からは計8属の線虫(ワ、ラセン、サヤ、ヤリ、ネコブ、ネグサレ、ニセフクロ、オオハリ)が検出された。このうち、SegunungやGarutなどの畑地帯では、特にネコブ、ネグサレ、ニセフクロ、オオハリ等が重要種と認められる。

Jatibarang産のサトウキビからはワ、サヤ、ネグサレ、ニセフクロ、イシュクの5属が検出され、ネグサレが特に高密度であった。

キャッサバの2試料からは計6属の線虫(ラセン、ヤリ、ネコブ、ネグサレ、ニセフクロ、イシュク)が検出された。

Purworejo産のサトイモからはサヤ、ネコブ、ネグサレ、ニセフクロが検出され、ネコブとネグサレが特に高密度であった。

Garut産のかんしょからはネコブとニセフクロが検出され、特に後者が高密度であった。

Pringsurat産のバナナからワ、ラセン、サヤ、ヤリ、ネコブ、ネグサレの6属が検出されたが、いずれも低密度であった。

Purworejo産のミカンからはサヤ、ネグサレ、ニセフクロ、ラセン、ミカンネの5属が、Puncak産のチャからはニセフクロのみが検出された。

3. クロタラリアの栽植による有害線虫の密度抑制効果の検証

熱帯地方には野生のクロタラリア属植物が多く、「それらを輪作体系の中に組入れ、かつ緑肥として利用することは、地力維持対策として有効」といわれる(Rusli 所長談)。一方、本属植物は有毒なアルカロイド成分を含み、これを栽培することにより土壌中の種々な有害線虫の密度が低下することが古くから知られ、一種の“線虫対抗植物”として扱われてきている³⁾。

たまたま、内藤専門家が大豆害虫の生態調査のため、Muara試験場の同一圃場内に設定された大豆区とクロタラリア(*Crotalaria juncea*)区(各2反復)があったので、播種後約3か月の時点での両区の土壌中線虫密度の比較を試みた。

結果は第4表に示した通りで、ここに発生していた3属の線虫(ラセン、ネグサレ、及びワセンチュウ)の何れも、明らかにクロタラリア区でダイズ区より低密度であることが確かめられた。

第3表 大豆以外の各種作物の根圏土壌100gから検出された有害線虫の個体数

その1 マングビーン及びカウビー

線 虫	マングビーン			カウビー
	Muara Expt. Stn.	Citayam Expt. Stn.	Pringsurat	Jatibarang
<i>Helicotylenchus</i>	61	37		
<i>Hemicycliophora</i>			2	
<i>Hirschmanniella</i>	13*			
<i>Pratylenchus</i>			7	
<i>Rotylenchulus</i>	3			19,280

* : イネネモグリセンチュウ

その2 落花生

線 虫	Muara Expt. Stn.			Jati- barang	Pring- surat	Patuk (Wonosari)	Purwo- rejo
	1	2	3				
<i>Criconema</i>	2						
<i>Criconemoides</i>				1,072		30	
<i>Helicotylenchus</i>	3	13	4				
<i>Hemicycliophora</i>						170	25
<i>Meloidogyne</i>						20	
<i>Pratylenchus</i>					4	30	22
<i>Rotylenchulus</i>	16			11			
<i>Tylenchorhynchus</i>				23			

その3 とうもろこし及びサトウキビ

線 虫	とうもろこし				サトウキビ
	BORIF (Bogor)	Muara Expt. Stn.	Segunung Res. Inst	Garut	Jatibarang
<i>Criconemoides</i>		2			64
<i>Helicotylenchus</i>	8		70	75	
<i>Hemicycliophora</i>	13				55
<i>Hoplolaimus</i>	16				
<i>Meloidogyne</i>			550		
<i>Pratylenchus</i>			210	90	303
<i>Rotylenchulus</i>				1,265	37
<i>Tylenchorhynchus</i>					46
<i>Xiphinema</i>			100		

その4 キャサバ、サトイモ及びかんしょ

線 虫	キ ャ サ バ		サトイモ	かんしょ
	Jatibarang	Patuk (Wonosari)	Purworejo	Garut
<i>Helicotylenchus</i>		210		
<i>Hemicyclophora</i>			8	
<i>Heterodera</i>			8*	
<i>Hoplolaimus</i>		30		
<i>Meloidogyne</i>		100	265	283
<i>Pratylenchus</i>	36	90	133	
<i>Rotylenchulus</i>	162		50	1849
<i>Tylenchorhynchus</i>	27			

* : ダイズジストセンチュウ

その5 バナナ、ミカン及びチャ

線 虫	バ ナ ナ	ミ カ ン	チャ
	Pringsurat	Purworejo	Puncak
<i>Criconemoides</i>	5		
<i>Helicotylenchus</i>	34		
<i>Hemicyclophora</i>	19	38	
<i>Hoplolaimus</i>	7		
<i>Meloidogyne</i>	12		
<i>Pratylenchus</i>	3	77	
<i>Rotylenchulus</i>		333	172
<i>Rotylenchus</i>		10	
<i>Tylenchulus</i>		179	

第4表 播種後約3か月の大豆区とクロタラリア (*Crotalaria juncea*) 区の
有害線虫密度の比較 (根圏土壌100gからの検出線虫数)*

線虫	ブロック I		ブロック II	
	大豆	<i>Crotalaria</i>	大豆	<i>Crotalaria</i>
<i>Helicotylenchus</i>	144	18	336	59
<i>Pratylenchus</i>	0	0	118	6
<i>Criconemoides</i>	0	0	8	3

* : 1982年2月25日播種、5月13日土壌試料採取。

4. サツマイモネコブセンチュウ及びダイズシストセンチュウに対する大豆品種の抵抗性検定
標記の2種の線虫は、インドネシアの畑作大豆で今後問題化すること必定と認められることと、その対策には抵抗性品種利用が中心となることが予想されるため、さらに、カウンターパートに対する実験手法の伝授の意味も兼ねて、BORIF育種部から提供された同国の代表的な大豆50品種(系統)の両種線虫に対する予備的な抵抗性検定実験を行った。

(1) サツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita*) に対する大豆品種(系統)の反応

Segunung研究所内の本線虫(幼・成虫の形態及び寄生性により同定)多発圃場の耕土を多量に採取し、5メッシュの篩を通して均質化した(検出幼虫数550頭/100g)。これを容積約1ℓの角型プラスチックポットに入れ、1ポットに1品種の種子5粒ずつ直播した。ガラス室内で約1か月間育てた後に各根系を水中で洗い出し、フロキシンB液で卵嚢を染色した後、個体別に指数方式によりゴール及び卵嚢の形成程度を記録した。

その結果は第5表に示した通りで、供試した大豆の全品種(系統)とも対照のマングビーンやトマトに比べ本線虫の寄生・増殖度はやや劣るものの、抵抗性の程度はいずれも極めて不十分でしかなかった。ただし、1品種(Code No.27)のみかなり低いネコブ指数を示した。因みに、表示したように本線虫はピーマン、ワタ、及び落花生には寄生しない。

(2) ダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) に対する大豆品種(系統)の反応

本実験は農業技術研究所の隔離バイオロン内で行った。無線虫土壌を入れた1/10,000 aポットにジャワ産ダイズシストセンチュウの蔵卵シストを10個ずつ接種し、上記(1)の実験と同様に50品種(系統)のダイズ種子を5粒ずつ播種した。対照に感受性品種Lee 68を使用した。30℃(夜間25℃)で約3か月間育てた後、傾しゃ・篩分け法で各100gの土壌中の増殖したシスト密度を調べた。

供試50品種のうち11品種は不発芽のため実験できなかったが、Lee 68での値を

第5表 サツマイモネコブセンチュウに対するインドネシア産大豆品種(系統)の
抵抗性検定結果

品種(系統)番号	ネコブ指数	品種(系統)番号	ネコブ指数
27	25.0	1329	50.0
441	70.0	1355	85.0
449	93.8	19/1291-115-3	65.0
452	56.3	29/1343-116-7	56.3
463	65.0	986/1290-112-4	70.0
630	65.0	1004/1343-68-7	91.7
756	65.0	1243/1682-II-18	75.0
779	65.0	1290/986-103-9	70.0
835	60.0	1343/1399-85-2	65.0
873	65.0	1343/1611-1-6/986	70.0
887	75.0	1399/945-93-2	80.0
902B	50.0	1400/343-68-5	80.0
903	65.0	1400/945-72-5	70.0
906	56.3	1400/1004-65-11	80.0
911	75.0	1667/986-17	65.0
941	62.5	1667/1312-18	75.0
959	50.0	1667/7985-7	60.0
966	75.0	1682/1343-IR-4	75.0
1002	75.0	1957/1400-12-2	70.0
1005	90.0	CK II-34	75.0
1012	90.0	CK I-11/2245-11	55.0
1248	62.5	CK IV-6/2295	70.0
1290	75.0	マングビーン 129	100.0
1291	75.0	トマト (Red cherry)	100.0
1298	56.3	ピーマン (Calif. wonder)	0.0
1313	85.0	ワタ (Deltapine 16)	0.0
1320	65.0	落花生 (Florunner)	0.0
1321	91.7		

100とした各品種の相対的感受性値を第6表に示した。大多数の品種は対照と同等かそれ以上によく寄生・増殖したが、数品種では明らかに対照より低い値を示した。しかし、この程度の値ではそれらを抵抗性遺伝子源として活用するには不十分と認められた。

第6表 ダイズシストセンチュウに対するインドネシア産大豆品種(系統)の抵抗性
検定結果

品種(系統)番号	感受性相対値	品種(系統)番号	感受性相対値
27	182	1313	328
441	173	1320	147
449	98	1329	112
463	124	1355	186
630	168	19/1291-115-3	206
756	207	29/1343-116-7	213
779	149	986/1290-112-4	110
835	74	1004/1343-68-7	48
873	123	1248/1682-11-18	62
902B	494	1343/1399-85-2	186
903	242	1343/1611-1-6/986	122
911	286	1399/945-93-2	225
941	19	1400/343/68 5	67
959	60	1400/945-72-5	183
966	106	1400/1004-65-11	267
1002	161	1667/986-17	100
1005	87	1667/1312-18	49
1012	52	1667/7985-7	25
1290	32	CK IV-6/2295	37
1289	87	Lee 68 (check)	100

考 察

畑地の有害土壌線虫は、一般に“通気性の良い軽しような土壌で多発する”という通性がある。このため、重粘で乾けば石のように硬くなる土性・土質の耕土が多いインドネシアでは、“線虫害は事実上問題でない”とする外見的判断に基づく見解を聞いたことがある。筆者も当初土壌試料の採取を行いながら、“このような土からは線虫は殆んど検出されまいだろう”と予想した。ところが、一応分離・抽出操作を終え、検鏡して意外性に驚かされた。国内で扱ってきた数多く

の土壌試料に比べて遙かに線虫相が豊かであったのである。このような土壌も、多分水湿を含んだ根圏では線虫の活動に支障ない物理的条件が保障されているためであろう。

ともあれ、これまでに世界で大豆の根圏から検出された有害線虫として、約20属の記録がある。⁹⁾このうち、今回のジャワ島内大豆圃場の土壌試料38点からは合計15属が検出された。しかし、大豆に寄生する主要線虫のうち、今回検出されなかったものに *Belonolaimus* (Sting nematodes, 米圃にのみ発生分布)、*Ditylenchus* (Stem and bulb nematodes, 温帯～寒冷地帯線虫)、*Trichodorus* (Stubby root nematodes)、及び *Radopholus* (Burrowing nematodes) が挙げられる。このうち特に *Radopholus* (前述のように、パンカ島の黒コジョウで、世界に名高い線虫害を引起した) がジャワ島内の大豆や他作物から検出されなかったことは意外である。

田畑輪換(が可能な場合)は、畑地の線虫害対策に有効なことはすでに明白な事実であり、このことは一般論として今回の調査結果からも言える。しかし、ジャワ島の場合、水田作の大豆からも元来畑地性の線虫が検出されなかった試料はなく、特にラセン、ヤリ、イシユク等が高頻度に、またより加害性の強いネコブやネグサレ等のセンチュウが検出される事例もあったので、全く問題が無い訳ではない。

一方、代表的な畑地帯のダイズでは、もはや疑う余地なく明らかに大きな線虫害を蒙っている。その主要種としてニセフクロセンチュウ (*Rotylenchulus*) とネコブセンチュウ (*Meloidogyne*) が挙げられる。ジャワの大豆作の低収性の原因の一つとして、これらの線虫が関与していると断言して間違いないであろう。従って、可能な限り早急に適切なそれらの防除対策が講じられるようになることが望まれる。前述のように、線虫害は一般に潜在的で診断が難かしく、従って正しく評価されにくいのが、適正な防除が行われたときにそれらの大きさを被害量が顕在化する。

加えて、偶然かつ予想外に、温帯圏でのダイズ栽培で最も恐れられている線虫、ダイズシストセンチュウの熱帯圏での発生が、中部ジャワ Pruworejo の一地域において、世界初の記録として確認された。形態及び生態的に詳しく吟味した結果、これは温帯圏に発生しているものと同じダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) で、そのレース61と同定し得た。本線虫のもつ強い加害性、耐久性存性、及び難防除性等にかんがみて、この発生のルーツを検討してみるとは国際的にも重要かつ興味深いことであるが、何よりも、この地域以外での発生の有無を確認する現地調査が急ぎ望まれると共に、これ以上の分布拡大を防止する方策が早急に講じられるよう、進言したい。

大豆以外の作物については、調査試料数がいずれも僅少なため、結論的なことは述べにくい。ただし、シストセンチュウ以外の線虫では他の病害虫に比べて異例的に広い寄主範囲を持つ種類が多いために、大豆で重要な線虫は他作物にも共通に重要性が高いとみて差し支えない。つまり、一般論としてニセフクロ、ネコブ、ネグサレ等のセンチュウは、他作物にも共通する重要な防除対象となるであろうことは、調査した範囲の線虫検出結果から言える。

これらの有害線虫の耕種的防除における主要手段として輪作や抵抗性品種利用等が挙げられる。特に前者については、熱帯圏での畑地の地力維持にクロタリア属植物を輪作に導入することの有効性が栽培学的見地から契められている。このことは、たまたま有害線虫の密度抑制の面からも積極的な意義をもつものであることが、僅か一調査例ながら検証された。

インドネシアの主要な大豆50品種(系統)について、サツマイモネコブセンチュウ及びダイズシストセンチュウに対する抵抗性を予備的に検定した結果、残念ながらそれらの中に、両種線虫に対して今後の活用に供し得る免疫性もしくは強抵抗性を示すものは見当らなかった。従って、これらの線虫に対する抵抗性遺伝子源は別途に求める必要がある。

なお、本報では同定の完了したダイズシストセンチュウ以外線虫を属名で記述したが、各々の種名については持帰った固定標本について同定作業を完了した時点で別途に報告したい。その多くはジャワ島における最初の発生記録となるに違いない。

謝 辞

以上に述べた調査や実験の実施にあたり、激励や数々の便宜をいただいた中央食用作物研究所 所長 Dr. M. Rusli Hakim、同病昆部長 Dr. D.M. Tantera、その他の同所内関係者各位、ジャワ島内各地の試験研究機関の方々、さらには、より身近かに公私にわたり筆者の活動を支えて下さった戸田節郎団長以下チームの各位、殊に成沢信吉、内藤 篤、北条良夫各専門家、絶えず行動を共にし現地での通訳兼カウンターパートを務めて下さった Ir. M. Herman、その他のお世話になった数多くの方々に、心から感謝の意を表します。

引用文献

1. Christie, J. R. and V.G. Perry 1951. Removing nematodes from soil. Proc. helm. Soc. Wash. 18: 106 - 108.
2. Golden, A. M. et. al. 1970. Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). Pl. Dis. Reprtr. 54: 544 - 546.
3. Gommers, F. J. 1973. Nematicidal principles in Compositae. Meded. LandbHogesch. Wageningen 73-17: 1 - 71.
4. Inagaki, H. 1979. Race status of five Japanese populations of *Heterodera glycines*. Jpn. J. Nematol. 9: 1 - 4.
5. Kalshoven, L. G. E. (Revised by Van Der Laan, P. A.) 1981. Pests of crops in Indonesia. P. T. Ichtiar Baru - Van Hoeve, Jakarta. 2 - 22.
6. Maggenti, A. R. 1981. Nematodes: Development as plant parasites. Ann. Rev. Microbiol. 35: 135 - 154.
7. Mulvey, R. H. and A. M. Golden 1983. An illustrated key to the cyst-forming genera and species of Heteroderidae in the west hemisphere with species morphometrics and distribution. J. Nematol. 15: 1 - 59.
8. Riggs, R. D. 1977. Worldwide distribution of soybean-cyst nematode and its economic importance. J. Nematol. 9: 34 - 39.
9. Sinclair, J. B. (Ed.) 1982. Compendium of soybean diseases. Am. Phytopath. Soc. 59 - 67.
10. Thorne, G. 1961. Principles of nematology. Mc Graw-Hill, New York. 224 - 232.
11. Treub, M. 1885. Onderzoekingen over serch-ziek suikerriet gedaan in 'Slands Plantentuin te Buitenzorg. Meded. PlTuin. 2: 1 - 39.
12. Zimmerman, A. W. P. 1898. De nematoden der Koffiewortels. Deel 1. Meded. 'Slands Plantentuin 27: 1 - 64.

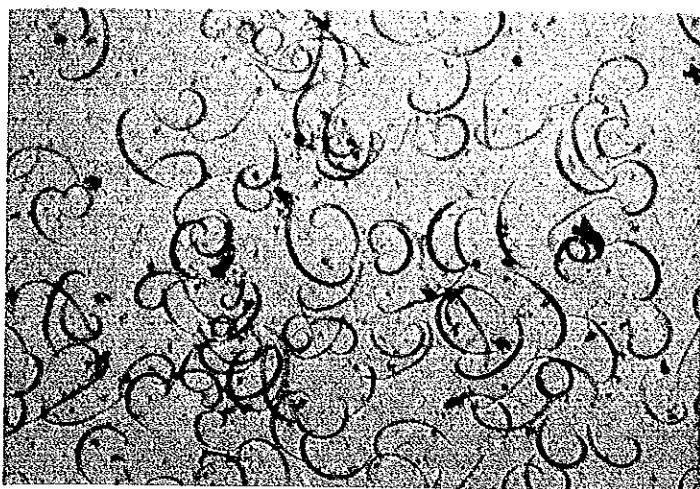
Nematode Survey on Upland Fields in Java Island, with Special Reference
to Soybean Fields

Tsutomu Nishizawa *

To make a provisional inventory of injurious nematodes occurring in upland fields of soybean and other crops in Java island, as the basis for clarify unrecognized nematode problems and for planning strategies against the problems, survey trips mainly projected to the principal soybean growing areas were carried out in April and May, 1982. More than sixty rhizosphere soil samples collected from all around the island were processed by the wet sieving-Baermann's funnel technique in the laboratory for nematode extraction. Plant-parasitic nematodes belong to fifteen genera were detected by microscopic examination of the specimens extracted from thirty-eight samples collected in soybean fields. Among them spiral nematodes, lance nematodes, stunt nematodes, root-knot nematodes, reniform nematode, root-lesion nematodes and sheath nematodes were more frequently detected in the descending order. All of the nematodes belong to another eight genera were detected from only one or two soil samples. Although a cyst nematode was included in the rarely detected genera, the finding on occurrence of this nematode in a soybean field in Purworejo, Central Java, was a most important event in this survey, because this is the first world record on the occurrence of the cyst nematode in low altitude areas of the tropical zone. This cyst nematode was identified as race No. 1 of soybean cyst nematode, *Heterodera glycines* Ichinohe. Apart from the cyst nematode, the followings were recognized as the results of the survey on soybean fields: a. There is a great differences in kind of nematodes detected and in their relative abundance, according to differences in locality, soil type, field condition, method of cultivation and so forth. b. There is a general tendency that kind of nematodes detected are fewer and their population densities are lower in the fields where soybean were cultivated on low land in rotation with paddy rice, compared with those in the fields of soybean cultivated on upland conditions. Then, the former type of soybean cultivation is reasonable and recommendable from a nematological point of view. c. The reniform nematode and the root-knot nematodes were recognized as the most important key nematodes where soybean were cultivated on upland fields. These genera were also supposed as important nematodes for other crops such as cow-pea, corn, sugar cane, cassava, sweet potato, citrus and tea. It was ascertained that the cultivation of *Crotalaria juncea* is effective for suppression of some nematode populations. No immune or highly resistant varieties were

detected among fifty Indonesian soybean varieties or strains against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, and soybean cyst nematode, *H. glycines*, in screening tests.

* Laboratory of Nematology and Soil Zoology,
National Institute of Agro-Environmental Sciences,
Kannondai 3-1-1, Yatabe, Tsukuba, Ibaraki 305, JAPAN

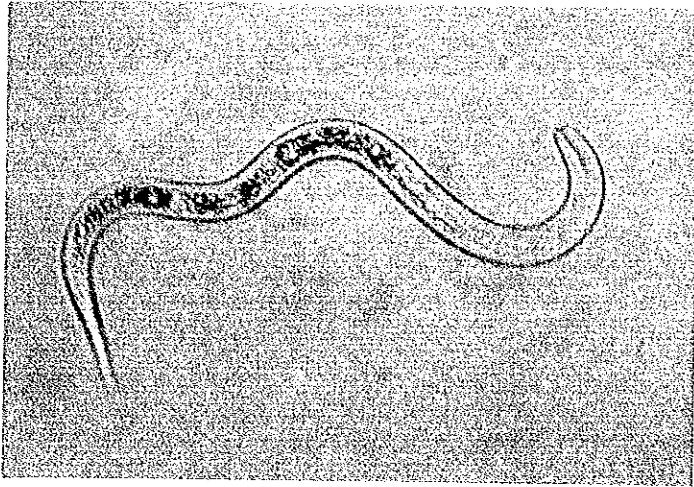


第1図
Garut産大豆根圏土壌から検出されたニセフクロセンチュウの集団の一部（幼虫及び寄生前の若雌の混合個体群。体長は、0.3～0.4 mm）。

第2図
ニセフクロセンチュウの雌虫が無数に寄生しているGarut産の大豆根系の一部（乳白色で腎臓型の成熟雌虫は虫体の大部分を根面に露出させているが、その虫体は普通このように土粒で被われている）。



第3図
大豆に寄生するシストセンチュウの発生が確認されたPurworejoの大豆圃場（1982年4月18日撮影。後方の山系の裏側に有名な仏教遺跡Borobudurがある）。

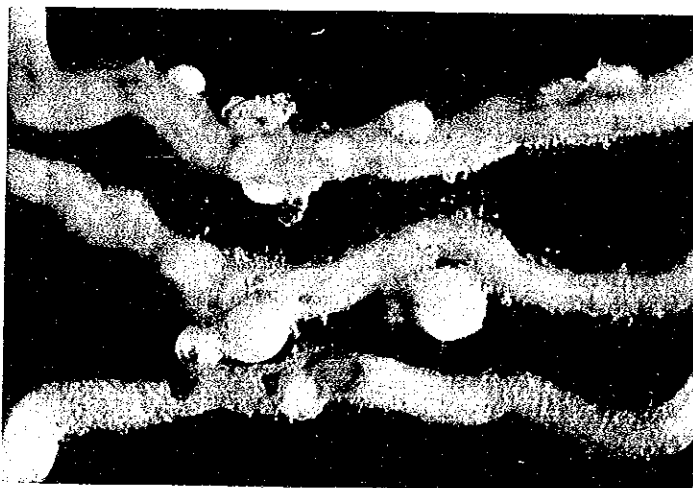
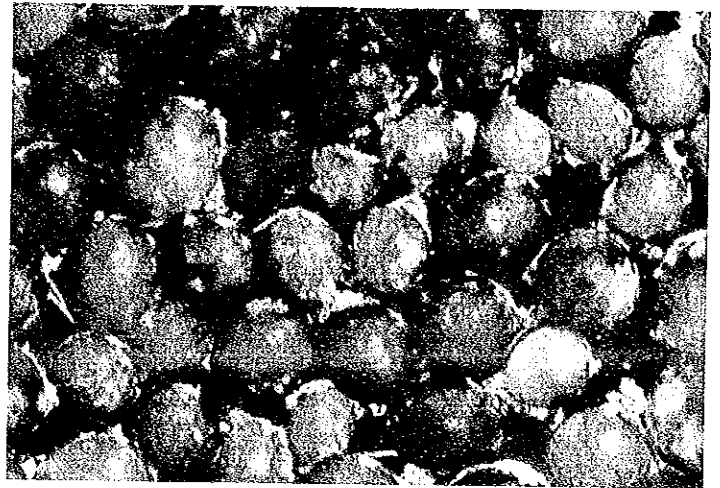


第4図

土壤中に遊出したふ化幼虫(第2期幼虫または感染期幼虫とも呼ぶ。体長約0.47mm、体幅約20μmで、頭部に鋭い口針をもつ)。

第5図

比重液を用いて土壌試料から分離した褐色の蕨卵シスト(シストはレモン形で、長径約0.62mm、短径約0.43mm、それぞれ数百個の卵を内蔵している)。



第6図

大豆への寄生性確認のために行った接種試験により得られた多数の未成熟の雌虫(上)、2頭の成熟雌虫(中)、及び小形の褐色シスト(下)。

3-2 緑豆褐斑病の第1次伝染源

成澤信吉*・Mukelar Amir**

褐斑病 (*Cercospora canescens*) は緑豆栽培にとって重要な病害であるが、その生態に関する研究は少ない。本病の第1次伝染源としてはほ場に残された罹病植物の残渣、罹病種子ならびに緑豆以外の寄主植物の三つが考えられる。

本試験ではこれら第1次伝染源の発病に及ぼす影響について検討した。

I. 罹病葉中の病原菌の圃場における生存期間

試験材料ならびに方法

緑豆の褐斑病罹病葉を採取し、1日間戸外で乾燥した。この乾燥罹病葉約150gを網目が1×1mmのサラシ製防虫網またはテトロンゴーズ布の30×30cmの袋に入れ、地表面ならびに地表面下10cm、同20cmの畑と水田状態の土壌中に埋設した。なお、土壌を水田状態に保った期間は約4か月間で、それ以後は畑状態に保った。埋設一定期間後に罹病葉を採取し、その緑豆子苗の発病に及ぼす影響について次のような方法で調査した。すなわち、本菌に侵されていないとみなされる種子を殺菌土壌の入った鉢に播き、土壌表面を罹病葉で覆った。鉢を第1図に示したような接種箱内に約1か月間保ち、子苗の子葉における本病の発生状況(第2図)を調査した。子苗に本病が発生した場合には、罹病葉内の病原菌は生存しているものとみなし、発病が認められない場合には、菌は死滅したものとみなした。

試験結果

試験を2回行った。試験Iでは罹病葉の埋設にあたって防虫網の袋を用いた。水田状態の土壌中に埋設した罹病葉は埋設35日後で、特に地表面下20cmの罹病葉は悪臭を放っていたが、原形を保っていた。埋設期間が長くなるにつれ、罹病葉の分解は進んだが、罹病葉の量が極端に減少することはなく、試験IIの場合も同様であった。畑状態の土壌では埋設60日後で地表面下10cmと20cm、特に20cmの罹病葉はあたかも昆虫の糞のような黒色、微粒状を呈し、少なくなった。地表面に保たれていた罹病葉に大きな変化は認められなかった。埋設160日後では地表面下10cmと20cmの微粒状罹病葉は網目から漏れ、その採取は困難であった。したがって、試験IIではテトロンゴーズ布の袋を用いた。

テトロンゴーズ布の袋を用いた場合、畑状態の地表面下10cmと20cmの土壌中では罹病葉は黒

* 熱帯農業研究センター Tropical Agriculture Research Center, Yatabe, Ibaragi, 305, Japan

** インドネシア中央作物研究所 BORIF, CRIFC, Jl. Merdeka No. 99, Bogor, Indonesia

色、微粒状を呈したが、いずれの採取時においても罹病葉を採取できた。

第1表 土壌中に埋設された緑豆褐斑病罹病葉の子苗の発病に及ぼす影響

試験 ^{*1}	埋設後 の日数	子 苗 発 病 率 (%)						
		畑地状態の土壌中での 埋設深度 (cm)			水田状態の土壌中での 埋設深度 (cm)			
		0	10	20	0	10	20	対照 ^{*2}
I	35	99.4	40.0	12.7	0.7	1.0	3.5	0.0
	60	82.9	49.2	15.7	0.0	0.6	3.5	0.0
	160	31.4	—	—	3.9	0.0	15.2	0.5
II	102	91.7	34.5	19.2	1.2	14.5	1.2	0.6
	200	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

* 1 試験 I では 1982 年 5 月 12 日に、試験 II では 1983 年 2 月 9 日に罹病葉を土壌中に埋設した。

* 2 針地表面を罹病葉で被覆しなかった。

第1表にこれら罹病葉の温室条件下における緑豆子苗の発病に及ぼす影響について行った試験結果を示した。表の結果からも明らかなように、畑状態の土壌中に埋設された罹病葉は水田状態の土壌中に埋設された罹病葉よりもいずれの調査時においても子苗の発病に大きな影響を与えた。

畑状態の地表面に保たれていた罹病葉は埋設35～102日後の間では同じように発病に大きな影響を与えた。埋設深度が10cm、20cmと深くなるにつれ、罹病葉の発病に及ぼす影響は低下したが、同一埋設深度の罹病葉の発病に及ぼす影響が、埋設35～102日後の間では、埋設期間によって異なることはないようである。しかし、埋設期間が160日に達すると、罹病葉の発病に及ぼす影響もかなり低下するようであり、埋設200日後では地表面の罹病葉がわずかに発病に影響を与えるのみであった。埋設220日後ではいずれの埋設深度の罹病葉も発病に影響を与えず、罹病葉中の病原菌は死滅したものとみなされた。

水田状態の土壌中に埋設されていた罹病葉は、埋設深度が異なってもその発病に及ぼす影響に一定の傾向は認められず、埋設35日後ではいずれの罹病葉も発病に大きな影響を与えなかった。埋設60、102ならびに160日後(120日間水田状態に、その後40日間畑状態に保った土壌中に埋設)の罹病葉でも同様であった。しかし、埋設200日後ではいずれの埋設深度の罹病葉も発病に影響を与えず、罹病葉中の病原菌は死滅したものとみなされた。

II 種子伝染

試験材料ならびに方法

前試験に用いた接種箱と同様な接種箱を用いて試験した。種子を薬剤で粉衣する場合には、あらかじめ種子重量の1%量の水を噴霧した種子を所定量の薬剤と共にビニール袋に入れ、よく振って粉衣した。

試験結果

殺菌土の入った鉢に緑豆種子を播き、接種箱内に保つと、播種2~3週間後に子葉に本病の発生を認めることがある。この場合の発病は明らかに種子伝染による発病とみなされるが、第2表の結果からも明らかなように、種子伝染は時には罹病葉からの伝染と同じように発病に大きな影響を与えた。

第2表 緑豆子苗の褐斑病発生に及ぼす種子伝染と罹病葉の影響

試験	供試種子	処 理 *	子苗発病率(%)
I	A	無 処 理	98.6
	B	"	46.7
	C	"	0.0
	A	罹 病 葉 被 覆	100.0
II	A	無 処 理	84.9
	A	温 湯 浸 漬 処 理	91.9
	A	ト ッ プ ジ ン M 粉 衣	1.7
	C	無 処 理	5.2
	C	罹 病 葉 被 覆	100.0

* 罹病葉被覆：ほ場から採取し、1日間風乾後、細かく砕いた緑豆褐斑病の罹病葉で播種後の鉢の地表面を被覆した。

温湯浸漬処理：50℃の温湯に種子を10分間浸漬後播種した。

トップジンM粉衣：種子重量の約8%量のトップジンM(チオファネートメチルの70%剤)で種子を粉衣して播いた。

各地の農業試験場あるいは農家から種子の分譲を受け、これら種子の発病に及ぼす影響について試験した結果を第3表に示した。

供試ロット数が少ないため、明らかな結論を下し難いが、供試10ロット中6ロットでは、これを播種した場合の種子伝染による発病率が1%以下で、インドネシアでは本病の発生に大きな影響を与える種子はあまり生産されていないようである。

第3表 インドネシア産緑豆種子の褐斑病の発生に及ぼす影響

子苗発病率(%)	0 ~ > 1	1 ~ 5	10 ~ 40	90 <
ロット数*	6	1	2	1

* 播種後の鉢を接種箱内に保った場合に、該当する発病率を示したロット数である。

第2表に示したように、種子を50℃の温湯に10分間浸漬後播種しても、本病の種子伝染防止効果は認められなかった。なお、種子を50℃以上の温湯または50℃の温湯に10分間以上浸漬すると、発芽障害が認められるので、温湯浸漬処理による本病の種子伝染防止は困難とみなされる。一方、トップジンMによる種子粉衣は効果的とみなされたので、粉衣薬剤量と種子伝染防止効果について接種箱を用いて試験した(第4表)。種子重量の2.5~10%量のトップジンMで種子粉衣した場合には、高い種子伝染防止効果が認められたが、トップジンMの1.25%ならびにベンレートTの0.5%粉衣の防止効果は劣るようであった。同様な試験を圃場で行ったが、相互感染によるためか、種子粉衣による本病の高い防除効果は認められなかった(第5表)。

第4表 トップジンMならびにベンレートTによる緑豆種子粉衣と子苗における褐斑病の発生^{*1}

薬 剤 ^{*2}	粉衣薬剤量(%) ^{*3}	子苗発病率(%) ^{*4}
トップジンM	1.25	2.9
”	2.5	0.3
”	5.0	0.3
”	10.0	0.3
ベンレートT	0.5	3.7
無粉衣	—	32.0

*1 供試品種は褐斑病に罹病性なMB-129である。

*2 ベンレートT:ベノミル20%、チウラム20%の混合剤である。

*3 種子重量に対する粉衣薬剤量の割合である。

*4 2回の試験結果の平均値を示した。

第5表 トップジンMならびにベンレートTによる緑豆種子
粉衣と褐斑病の発生

薬 剤	粉衣薬量 (%)	発 病 程 度 *1		
		播 種 後 の 日 数		
		35	49	55
ト ッ プ ジ ン M	1.25	8.9	47.6	80.9
”	2.5	7.9	43.2	72.5
”	5.0	8.1	42.1	71.0
”	10.0	7.8	43.5	74.2
ベ ン レ ー ト T	0.5	8.6	48.1	75.8
無 粉 衣	—	16.7	66.7	91.1

$$*1 \text{ 発病程度} = \frac{0n_1 + 1n_2 + 2n_3 + 3n_4 + 4n_5}{4N} \times 100$$

発病指数

0 = 無発病

1 = 病斑面積が葉面積の 1~25%に相当する。

2 = ” ” 26~50% ”

3 = ” ” 51~75% ”

4 = ” ” 76%以上 ”

$n_1, n_2 \dots n_5$ = 各指数に該当する個体数

N = 観察個体数

III 病原菌の寄主範囲に関する圃場観察

観 察 方 法

主に緑豆畑周辺の豆科植物における本病発生の有無について観察した。

観 察 結 果

緑豆褐斑病菌の寄主植物として大豆、ササゲ、ライマメなどが記載されている¹⁾。しかし、本病が多発している緑豆畑に隣接して栽培されているダイズは全く発病が認められないといった例はしばしば観察され、毎場条件下では大豆は褐斑病菌の寄主になりえないものとみなされた。

ササゲに *Cercospora* 属菌による発病を認めることがあった。しかし、病徴ならびに病斑上に形成された分生胞子の形態からササゲの病原菌は褐斑病菌と異なるものとみなされた。

その他豆科雑草についても観察を行ったが、本菌の感染によって発病したとみなされる例を観察できなかった。

考 察

インドネシアでは豆類は水田作後の乾期に栽培されることが多く、水稻—水稻—豆類あるいは水稻—豆類—豆類などの順序で作付される。このような田畑輪換方式は緑豆褐斑病の防除に有効と考えられる。すなわち、本病の第1次伝染源として収穫後の畑に残された罹病葉が最も重要な役割を果たしていると考えられるが、水田状態の土壌中においては畑状態の土壌中におけるよりも罹病葉中の病原菌の発病に及ぼす影響力は急激に低下し、さらに菌の生存期間は短い(第1表)。しかし、水田状態の土壌中に120日間、畑状態の土壌中に40日間、計160日間埋設されていた罹病葉中の病原菌は死滅せず、埋設200日後で死滅するとみなされる。したがって、田畑輪換が行われる場合には、緑豆と水稻を交互に栽培することは避け、緑豆—水稻—他作物—緑豆の順に栽培する方が本病防除に有効であろう。

畑状態の土壌中では病原菌は200日間は生存しうるが、220日間は生存しえないものとみなされる。したがって、田畑輪換が行われない地域では、連作を避け、8か月間隔で緑豆を栽培することが本病防除に有効であろう。

緑豆種子が本菌にどのようにして侵されているかは明らかではないが、本病は明らかに種子伝染し、時には種子伝染は罹病葉からの伝染と同じように発病に大きな影響を与えた(第2表)。インドネシアでは自家採種の種子が用いられる場合が多い。試験の範囲内では発病に大きな影響を与えるような種子はあまり生産されていないようにみなされた(第3表)。しかし、本病多発畑はよく見られ、このような畑から収穫された種子が用いられ、本病多発の原因となっている可能性は高い。同一地域で同じような栽培法にもかかわらず、本病発生程度の異なる畑を見ることがあるが、これはおそらく各畑に播かれた種子からの本病の伝染程度が異なることによるものと推定される。本病の防除対策上からは発病を見なかつた畑から収穫した種子を用いることが望ましい。

褐斑病菌の寄主範囲について詳しい調査を行わなかつたが、ほ場観察の結果によれば、インドネシアでは本菌は主に緑豆を侵し、緑豆の発病に大きな影響を与える他寄主植物は見当らないようである。

摘 要

1. 緑豆の褐斑病罹病葉を畑と水田状態の土壌中に埋設した。畑状態の土壌中に埋設された罹病葉は水田状態の土壌中に埋設された罹病葉よりも、また、畑状態の土壌表面に保たれた罹病葉は土壌中に埋設された罹病葉よりも温室条件下の緑豆子苗の発病に大きな影響を与えた。しかし、埋設220日後ではいずれの罹病葉からも感染は認められなかつた。
2. 本病は種子伝染し、時には種子伝染は罹病葉からの伝染と同じように発病に大きな影響を与えた。
3. ほ場観察の結果、大豆とササゲは緑豆褐斑病菌の寄主植物とみなされなかつた。

引用文献

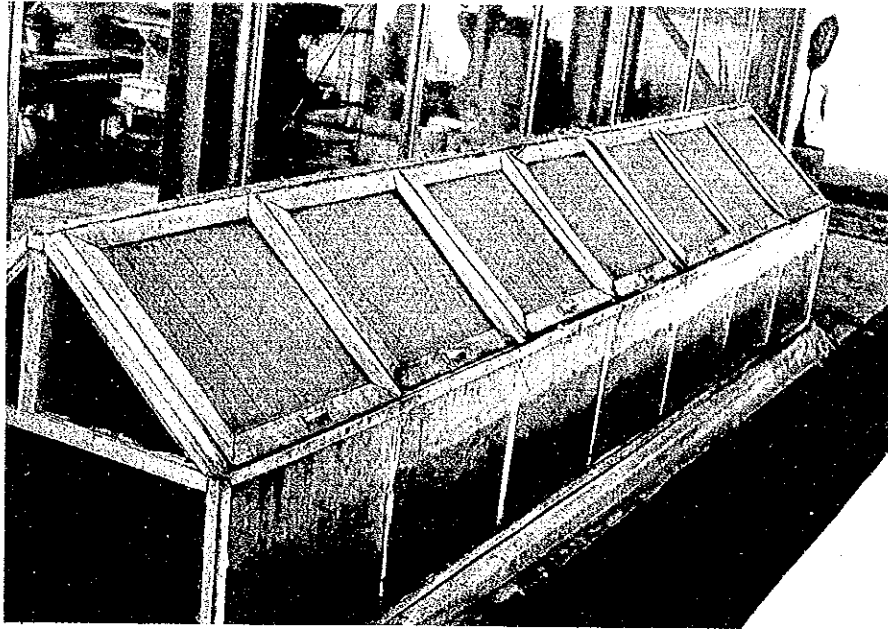
- 1) Chupp, C. (1953). A monograph of the fungus genus *Cercospora*. New York.

Summary

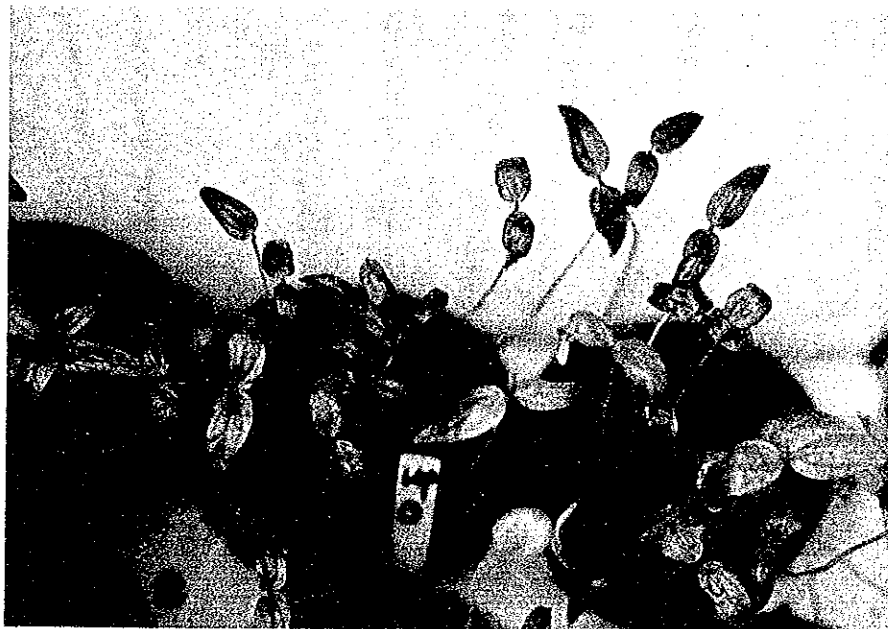
Primary infection sources of *Cercospora* leaf spot of mungbean

Nobuyoshi Narisawa and Mukelar Amir

1. The diseased mungbean leaves were buried into soil at 0, 10 and 20 cm depth under upland and lowland conditions. The diseased leaves treated under upland condition were more infectious than those under lowland condition, in the test with mungbean seedlings grown in green house. Diseased leaves treated on soil surface were more infectious than those buried into soil under upland condition. Infection to seedlings of mungbean was not found with leaves buried for 220 days, in any treatment conditions.
2. The results obtained from several experiments indicated that infected seeds played important roll as a primary infection source as well as diseased leaves.
3. According to our field observations cow pea and soybean were not considered as the host plant of the causal fungus.



第1図 緑豆褐斑病の試験に用いた接種箱
接種箱の前面には透明なビニールを張った。裏面に布を張り、その上に水を流して接種箱内の温度上昇を防ぎ、湿度を高めた。



第2図 畑状態の土壌表面に60日間保った罹病葉からの感染による緑豆子苗の褐斑病の発生状況

3-3 トップジンMによる緑豆種子粉衣とウドンコ病の発生

成澤信吉*・Mukelar Amir**

インドネシアにおける緑豆栽培にとってウドンコ病 (*Erysiphe polygoni*) は褐斑病に次いで重要な病害とみなされている。ウドンコ病は比較的乾燥した条件下で発生しやすいので、ガラス室で緑豆を栽培した場合、常に多発した。ところが、トップジンM粉衣種子を播いた場合には、播種約3か月後の収穫期においても発病は非常に少なかった。

Crawford¹⁾ は、エンドウウドンコ病 (*Erysiphe pisi*) が種子伝染し、その防除には発病を見なかった畑から収穫した種子を用いることが効果的であり、罹病種子の場合には、56°Cの温湯に20分間浸漬処理して播いた場合、発病は遅く、非常に少ないと報告している。したがって、トップジンM粉衣緑豆種子を播いた場合、ウドンコ病の発生が少ないのは、緑豆ウドンコ病が種子伝染する可能性を示唆するものと考え、試験を行った。

I 試験材料ならびに方法

供試品種はMB-129で、ウドンコ病が多発した畑とほとんど発病していない畑から収穫した種子を用いた。

種子上における病原菌の検出にあたっては、本病多発畑から収穫した種子を湿室に入れるかあるいはシャーレ内の湿った濾紙上に並べ、ふたをせず、室温に3~5日間保った後、種子上を実体顕微鏡(×80)で観察した。

種子粉衣にあたっては、種子重量の約8%量のトップジンM(チオファネートメチルの70%剤)で粉衣した。

播種は、粉衣ならびに無粉衣種子をそれぞれ別の鉢に播く方法と同一鉢内を中央で区切り、一方には粉衣種子を、他方には無粉衣種子を播く方法で行った。

供試植物間での本病相互感染を防止しようとする場合には、第1図に示したような透明なプラスチック製円筒を鉢にかぶせ、散光下のガラス室に保った。

II 試験結果

本病が多発した畑から収穫した種子について病原菌の検出を試みたが、菌を検出できなかった。

無粉衣種子を鉢に播き、ガラス室に保つと、播種20日後頃から子葉に本病の発生が認められる。その後緑豆の生育が進むにつれ、発病は本葉にも認められるようになった。本病が多発

* 熱帯農業研究センター Tropical Agriculture Research Center, Yatabe, Ibaragi, 305, Japan

** インドネシア中央作物研究所 BORIF, CRIFC, Jl. Merdeka No. 99, Bogor, Indonesia

した畑から収穫した種子を播いた区と本病がほとんど発生しなかった畑から収穫した種子を播いた区での発病程度に差はなく、播種60日後では多くの葉の全面は菌そうで覆われた(第1表、第2図)。

第1表 トップジンMによる緑豆種子粉衣とウドンコ病の発生

種子 ^{*1}	播種法 ^{*2}	種子処理法	発病葉率(%) ^{*3}			
			播種後の日数			
			20	30	40	60
A	鉢別に播種	無粉衣	6.5	78.0	93.2	100.0(100.0)
		粉衣	0.0	0.0	0.0	13.3(5.0)
	同一鉢に播種	無粉衣	4.3	47.4	88.3	100.0(97.5)
		粉衣	0.0	0.0	1.5	35.6(17.5)
B	鉢別に播種	無粉衣	12.5	73.9	93.9	100.0(100.0)
		粉衣	0.0	0.0	1.8	40.3(17.5)
	同一鉢に播種	無粉衣	12.5	13.7	83.7	100.0(100.0)
		粉衣	0.0	0.0	0.0	28.7(15.0)

*1 A:本病がほとんど発生していない畑から収穫した種子。

B:本病多発畑から収穫した種子。

*2 鉢別に播種:粉衣、無粉衣種子をそれぞれ別の鉢に播いた。

同一鉢に播種:粉衣、無粉衣種子と同一鉢内に播いた。

*3 播種20日後の数値は子葉での、それ以後の調査日の数値は本葉での発病葉率を示す。

()内には次の調査基準に基づいて算定した発病程度を示した。

$$\text{発病程度} = \frac{0n_1 + 1n_2 + 2n_3 + 3n_4 + 4n_5}{4N} \times 100$$

発病指数

0 = 無発病

1 = 菌そう発育面積が葉面積の1~25%に相当する

2 = " 26~50% "

3 = " 51~75% "

4 = " 76%以上 "

n₁、n₂……n₅ = 各指数に該当する葉数

N = 観察葉数

第2表に本病相互感染防止の目的から播種後の鉢をプラスチック製の円筒で被覆した場合の試験結果を示した。無粉衣種子のみを播種した鉢では円筒で覆わなかった鉢(第1表)よりも発病は遅いが、播種40日後では発病し、60日後ではかなり発病した。

前述のように、本病はまず子葉に発生し、次いで本葉に広がってゆく。円筒で鉢を覆った場合の播種40日後における発病は子葉よりも本葉に多かった。この試験では播種20日ならびに30日後にも発病調査を行い、調査の際に円筒を取り除いた。したがって、円筒で覆った鉢での発病が、調査時にすでにかなり発病していた円筒で覆わなかった鉢からの相互感染によることも考えられた。そこで、第2回目の試験では、播種40日後の調査時まで円筒を取り除かなかった。第3表に示したように、円筒で鉢を覆った場合、無粉衣種子のみを播種した鉢でも播種40日後で発病は全く認められなかった。

トップジンMによる種子粉衣の本病防除効果は非常に大きく、粉衣種子を播いた場合には、播種40日後ではほとんど発病は認められず(第1表、第2表)、60日後でも無粉衣種子を播いた場合と比較するならば、発病は非常に少なかった。第2図に播種60日後における粉衣種子区と無粉衣種子区での発病状況を示した。

第2表 緑豆種子を播種した鉢を透明な円筒で被覆した場合のウドンコ病の発生

種子 ^{*1}	播種法 ^{*2}	種子処理法	発病葉率(%) ^{*3}			
			播種後の日数			
			20	30	40	60
A	鉢別に播種	無粉衣	0.0	0.0	5.1	55.7(25.0)
		粉衣	0.0	0.0	0.0	0.0(0.0)
	同一鉢に播種	無粉衣	0.0	0.0	0.0	0.0(0.0)
		粉衣	0.0	0.0	0.0	0.0(0.0)
B	鉢別に播種	無粉衣	0.0	0.0	8.1	77.8(25.0)
		粉衣	0.0	0.0	0.0	0.0(0.0)
	同一鉢に播種	無粉衣	0.0	0.0	0.0	0.0(0.0)
		粉衣	0.0	0.0	0.0	0.0(0.0)

*1、*2、*3 第1表脚注参照。

第3表 トップジンMによる緑豆種子粉衣、播種後の鉢の円筒被覆の有無とウドンコ病の発生

円筒被覆の有無	播種法 ^{*1}	種子処理法	発病葉率 (%) ^{*2}	
			種	子 ^{*3}
			C	D
無	鉢別に播種	無粉衣	93.1 (47.5)	64.9 (17.5)
		粉衣	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	同一鉢に播種	無粉衣	91.9 (35.0)	58.7 (15.0)
		粉衣	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
有	鉢別に播種	無粉衣	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
		粉衣	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	同一鉢に播種	無粉衣	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
		粉衣	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)

*1 第1表脚注参照。

*2 播種40日後における本葉での発病葉率である。()内は発病程度を示す。

*3 C: 本病がほとんど発生していない畑から収穫した種子。

D: 本病多発畑から収穫した種子。

III 考 察

Crawford¹⁾は、エンドウウドンコ病多発畑から収穫した種子を4日間湿室に保った場合、種子上にウドンコ病菌が発育してくることを観察している。しかし、本試験では多発畑から収穫した緑豆種子を湿室に保っても、種子上にウドンコ病菌を検出することはできなかった。また、本病の発生程度を異にする畑から収穫した種子を鉢に播いても、これら種子から発育してきた緑豆での本病発生程度に大きな差は認められなかった(第1表、種子A、B、無粉衣。第3表種子C、D、無粉衣)。さらに、無粉衣種子を鉢に播いてガラス室に保った場合、播種40日後には本病はかなり発生したが、播種後の鉢をプラスチック製の円筒で覆うた場合、本病の発生は全く認められなかった(第3表)。このようなことから本病は種子伝染性の病害ではなく、空気伝染性の病害とみなされる。したがって、トップジンM粉衣種子を播いた場合、播種60日後においても本病の発生が少ないことは(第1表、第2表、第2図)、おそらく薬剤が植物に吸収され、本病の発生を防いでいるものと推察される。

摘 要

トップジンM粉衣緑豆種子を播いた場合、温室条件下におけるウドンコ病の発生は播種2か月

後においても非常に少なかった。おそらく、粉衣薬剤が植物体に吸収され、発病を抑さえるものとみなされた。

引用文献

- 1) Crawford, R. F. (1927). Powdery mildew of peas. Bull. New Mex. agric. Exp. Stn. 163: 1-13.

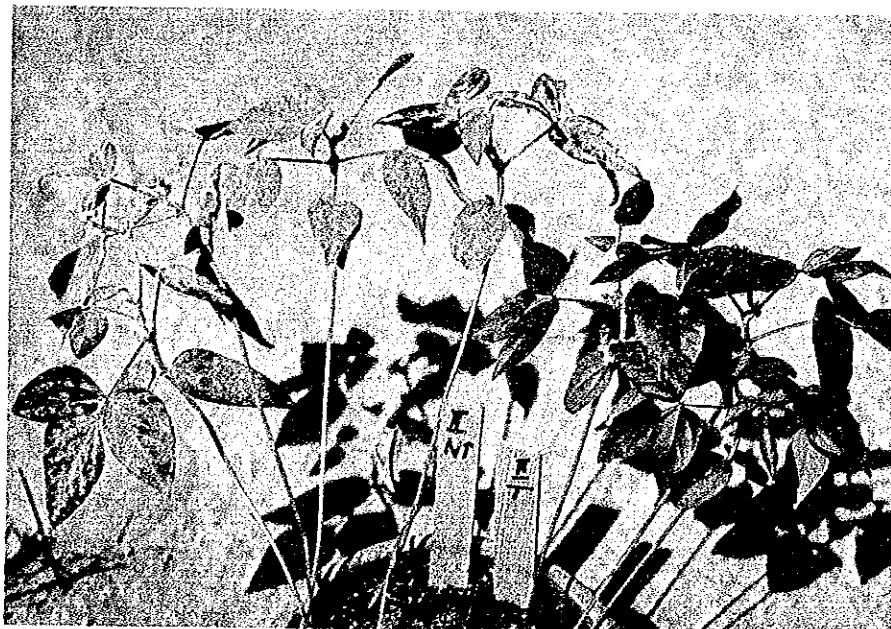
Summary

Effect of seed dressing with Topsin M to control powdery mildew of mungbean
Nobuyoshi Narisawa and Mukelar Amir

Seed dressing with Topsin M was very effective to control the development of powdery mildew of mungbean under green house condition. The control effect lasted for more than two months after sowing, probably through systemic action.



第1図 緑豆ウドンコ病の相互感染防止に用いたプラスチック製円筒



第2図 トップジン内粉衣ならび無粉衣緑豆種子を播いた場合の播種60日後におけるウドンコ病の発生状況

II NT = 無粉衣種子播種
 II T = 粉衣種子播種

3-4 トップジンMならびにベンレートTによる落花生種子 粉衣の黒渋病と白絹病の防除効果

成澤信吉*・Otjim Sumantri**

インドネシアにおいては落花生の黒渋病 (*Mycosphaerella berkeleyi*) は多発し、その被害は大きい。Rajput¹⁾らは、水銀剤などによる落花生種子粉衣が黒渋病防除に効果的であると報告している。著者らもトップジンMならびにベンレートTによる種子粉衣が黒渋病と白絹病 (*Corticium rolfsii*) の防除に効果があることを認めたので、ここに報告する。

供試材料ならびに方法

供試品種はGajahである。種子粉衣は播種前に行った。あらかじめ種子重量の3%量の水を噴霧した種子を所定量の薬剤と共にビニール袋の中に入れ、よく振って粉衣した。

温室試験には緑豆褐斑病の試験に用いた接種箱と同様な接種箱を用いた(195頁、第1図参照)。黒渋病の発病程度の調査は緑豆褐斑病の調査基準(191頁、第5表の脚注参照)に準じて行った。

試 験 結 果

1 黒 渋 病

圃場試験の場合と同様な種子を用い、同様な方法で粉衣した種子を鉢に播き、接種箱内に約40日間保った場合、無粉衣種子播種区も含め、黒渋病と褐斑病の発生は全く認められなかった。一方、1983年3月に播種したほ場試験の場合には、播種35日後で褐斑病はほとんど発生しなかったが、黒渋病が発生した。その後黒渋病の発生は増加し、いずれの調査時においても無粉衣種子播種区での発病程度は粉衣種子播種区での発病程度よりも高く(第1表)、その差は統計的に1%水準で有意であった。トップジンMの粉衣量が1.25%から10%と多くなるにつれ、防除効果は高くなった。ベンレートTの粉衣量が0.5%の場合は、トップジンMの1.25~2.5%粉衣の場合と大体同様な防除効果を示した。

* 熱帯農業研究センター Tropical Agriculture Research Center, Yatabe, Ibaragi, 305, Japan

** インドネシア中央作物研究所 BORIF, CRIFC, Jl. Merdeka No. 99, Bogor, Indonesia

表1 トップジンMならびにベンレートTによる落花生種子粉衣の
黒渋病防除効果

薬 剤 ^{*1}	粉衣薬剂量 ^{*2} (%)	発 病 程 度			
		播 種 後 の 日 数			
		35	56	70	84
トップジンM	1.25	4.2	19.5	27.4	37.9
"	2.5	2.9	15.7	21.4	27.3
"	5	2.0	13.2	19.3	24.5
"	10	1.2	10.5	15.6	20.5
ベンレートT	0.5	2.0	18.9	26.0	30.0
無 粉 衣	—	14.0	49.1	71.5	88.0

*1 トップジンM：チオファネートメチルの70%剤である。

ベンレートT：ベノミル20%、チウラム20%の混合剤である。

*2 種子重量に対する粉衣薬剂量の割合である。

2. 白 絹 病

1983年8月に前回と同様な方法でほ場に播種したが、降雨量が少なく、黒渋病は発生しなかった。しかし、白絹病が発生し、種子粉衣による明らかな防除効果が認められた(第2表)。

トップジンMの1.25~10%ならびにベンレートTの0.5%粉衣による防除効果に差は認められなかった。

第2表 トップジンMならびにベンレートTによる落花生
種子粉衣の白絹病防除効果

薬 剤	粉衣薬剂量(%)	発病株率(%) ^{*1}
トップジンM	1.25	0.5
"	2.5	1.2
"	5.0	1.0
"	10.0	1.1
ベンレートT	0.5	0.8
無 粉 衣	—	16.1

*1 播種40日後の調査結果である。

考 察

落花生黒渋病が種子伝染するか否かは明らかでないが、本試験では、Rajput¹⁾らの水銀剤などによる種子粉衣試験の結果と同様、トップジンMあるいはベンレートTによる種子粉衣は黒渋病の防除に効果的であった(第1表)。温室試験の結果から本試験では供試種子からの黒渋病の伝染はないものとみなされるので、種子粉衣による黒渋病の防除効果はおそらく粉衣剤が植物体に吸収され、発病を抑制したことによるものと推定される。

トップジンMあるいはベンレートTによる落花生種子粉衣はさらに白絹病の防除にも効果的であった(第2表)。鉢植え落花生への病原菌接種試験における観察結果によると、病原菌はまず葉に感染し、次いで胚軸へと感染してゆくものとみなされた。したがって、殺菌剤による種子粉衣は白絹病の防除に効果を示すものとみなされる。

摘 要

トップジンMとベンレートTによる落花生種子粉衣は黒渋病と白絹病防除に効果的であった。

引 用 文 献

- 1) Rajput, N. H. and Malik, M. M. S. (1970). Chemical control of Tikka disease of groundnuts caused by *Cercospora personata* (Berk. and Curt.) Ell. and Ever. J. agric. Res. Punjab 8: 385-390. (Rev. Plant. Path. 51: 4553)

Summary

Effect of seed dressing with Topsin M and Benlate-T to control leaf spot and southern blight of peanuts

Nobuyoshi Narisawa and Otjim Sumantri

Seed dressing with Topsin M and Benlate-T was effective to control the development of leaf spot and southern blight of peanuts.

