

資料 № 26

タイおよびインドネシアのトウモロコシ べと病に関する調査報告書

昭和 49 年 5 月

農林省熱帯農業研究センター

はじめに

トウモロコシの「べと病」は熱帯地域における最も重要な病害の一つであり、施肥を伴う栽培面積が増えるにつれて被害がますます増える傾向にあるが、当センターでは早くからその重要性に着目し、同病に関する研究を行なって来た。すなわち、昭和44年初頭に台湾、インドネシア、フィリピンにおける畑作物病害に関する調査を行なったのを手始めに、昭和44年以降これらの国々に延べ6名の長期在外研究員を派遣し、とうもろこし「べと病」の生理生態および「べと病」抵抗性の遺伝・育種に関する研究を展開している。

これらの研究に加え、当センター研究部日野稔彦技官を、昭和47年10月から約3ヶ月間、短期在外研究員としてタイ、インドネシアに派遣し、病理学的見地から「トウモロコシべと病の伝染源に関する研究」を行なった。

本報告書は日野技官による報告であるが、わが国の飼料用トウモロコシが、ますます海外への依存を高かめている現在、この報告書が何等かのお役に立てば幸である。

なお、インドネシアにおける調査は、海外技術協力事業団の支持のもとに、同事業団による「インドネシア農業研究協力プロジェクト(団長：岩田吉人博士)」に協力する形で行われたものであり、同事業団関係各位および岩田博士ほか同チーム各位には絶えずご支援を頂いた。また本報告書のなかに記されているように、この調査にはそのほかの多くの方々のご協力を得ており、この機会に厚くお礼を申し上げる次第である。

昭和48年5月

熱帯農業研究センター所長

山 田 登

目 次

はじめに

は し が き	1
調 査 旅 行 日 程	2
1. タイのトウモロコシべと病とその発生様相調査	5
2. タイのトウモロコシべと病研究の現状	9
3. インドネシアのトウモロコシべと病菌の種類	11
4. インドネシアのトウモロコシべと病の種子伝染と雑草寄主	12
5. インドネシアのトウモロコシべと病抵抗性品種の育成	14
6. インドネシアのトウモロコシべと病の発生様相	15
7. インドネシアのトウモロコシべと病の発生程度からみた地帯区分	20
8. タイ・インドネシア両国のトウモロコシべと病発生様相の比較	22
9. あ と が き	25
図 版 説 明	28

は し が き

熱帯アジアのトウモロコシ作の中で最も重要な病害の一つはトウモロコシべと病である。べと病菌の種類は各国で異なり、1国に2～3種類のべと病が分布するが、それぞれの国で被害の主体をなすべと病は次のとおりである。フィリピン：*Sclerospora philippinensis*, タイワン：*S. sacchari*, タイ：*S. sorghi*, インドネシア：*S. maydis*, ネパール：*S. philippinensis*, インド：*S. philippinensis*, *S. sorghi* などである。マレーシア、ベトナムにはトウモロコシべと病は発生していない。

筆者はトウモロコシべと病の発生の歴史が東南アジアで最も古いインドネシアと最も新しいタイとを選んだ。その発生様相を昭和47年10月8日から昭和48年1月8日までの3ヶ月間に調査した。東京を出発したときにはタイのトウモロコシべと病の種名はまだ決定されておらず、種と発生様相とを同時に考察しながら調査することになろうと思っていたが、タイに到着して最初に得た情報は種が同定されたことであった。この種名は到着直後に行なわれたアジアトウモロコシ改良研究会議で公表されたのであった。

今回のトウモロコシべと病の調査に当り、タイではカセットサート大学長Dr. M. C. Chakraborty, 同大学Mr. Udom pupipat ほかの諸氏, 農業・協同組合省農業局長Dr. Bhakdi Lusanandana, 同局次長Dr. Prakob Kanjanasoon, 同局Mr. Sombhot Suwanawong, Dr. Tanongchit Wongsiri, Dr. Piya Giatgong, mr. Chote Suvipakit ほかの諸氏, 在タイ国日本国大使館馬場明書記官, 養蚕開発協力プロジェクト団長大村清之助博士, 糸井節美博士ほか専門家諸氏に, また, インドネシアでは農業省農業総局長Dr. Sadikin Sumintawikarta, 中央農業研究所長Dr. Dahro, Dr. Dandi Soekarna, Dr. D. M. Tantera, Dr. Rusli Hakim ほかの諸氏, ガジャマダ大学農学部長Dr. Harjono Semangoen ほかの諸氏, 在インドネシア国日本国大使館杉本忠利書記官, OTCA ジャカルタ事務所杉山亭造所長, インドネシア農業研究協力プロジェクト団長岩田吉人博士, 西沢正洋博士ほかの諸氏, 西部ジャワ食糧増産協力プロジェクト団長菅生数馬博士ほかの諸氏, ランポン州駐在専門家(現ランポン農業開発協力プロジェクト団長)野島数馬博士ほかの諸氏, 東部ジャワトウモロコシ開発協力プロジェクト田村美治団長ほかの諸氏, および熱帯農業研究センター・インドネシア駐在研究員各位に対し, 調査研究の場の提供, 情報の収集, 公用車の使用など調査研究活動の便宜をお願いし, 心よく援助していただいた。ここに深謝の意を表する。

この報告はあらゆる方々の御指導・援助のもとにトウモロコシべと病について調査した結果をまとめ、考察を加えたものである。まとめてみると不完全な部分が多く、報告書とするには気がひける部分が多いが、不完全な部分は後日機会があれば完成したいと思っている。(日野稔彦)

調査旅行日程

昭和47年

- 10月 8日 JAL453 便で東京発バンコク着
9～11日 アジアトウモロコシ改良研究会議に出席して情報収集。
12～13日 同会議の現地検討会でパクチョンの国立トウモロコシ・ソルガム研究センターへ行き調査。
14～18日 日本国大使館，農業局，カセットサート大学へ表敬。農業局で情報収集。
19～23日 ナコンラチャシマ，パクチョン地区調査。
24～26日 パクチョンの国立トウモロコシ・ソルガム研究センターで調査，情報収集。
27～28日 農業局，カセットサート大学で情報収集，出国のあいさつ。
29日 JAL715 便でバンコク発ジャカルタ着。
30～31日 日本国大使館，OTCA，中央農業研究所に表敬。
- 11月1～18日 西部ジャワのボゴール，ジャカルタ地区で調査，情報収集。
19～22日 西部ジャワのチャンジュール，パチェット，クニンガン，バンドン地区調査。
- 11月23日
～12月3日 西部ジャワのボゴール，ジャカル地区調査。
4～6日 中部ジャワのジョクジャカルタ，カラサン，ボジョラリ，ボロブドール，イモギリ地区調査。ガジャマダ大学に表敬。
7～10日 西部ジャワのボゴール，ジャカルタ地区調査。
11～14日 南部スマトラのランボン地区のミツゴロ農場，タマンボゴ試験地，メトロ，テギネナン，ブランチ，トルクベトンで調査。
15～17日 東部バリのサンゲー，ベネロカン，バンリー，ペンダン，ベドゴル，サヌール地区調査。
18～23日 西部ジャワのボゴール，ジャカルタ地区調査。
24日 西部ジャワのスカマンディ，プサカネガラ，ジャトルフル地区調査。
25日 西部ジャワのボゴール地区調査。
26～30日 東部ジャワのスラバヤ，モジョサリ，マラン，ジャンベゲーデ，パスルワン，クラカー，ジェンバー，ゲンテン，バニユワンギ，ボンドウォソ地区調査。
31日 西部ジャワのボゴールで調査。

昭和48年

- 1月 1日 大使公邸の新年祝賀式に出席。
2～7日 ボゴールで調査結果の総括，レポートを印刷して提出。農業総局，中央農研へ出国のあいさつ。
8日 JAL716 便でジャカルタ発東京着。



第1図 タイの調査旅行経路図

1. バンコク
2. サラブリ
3. バクチョン
4. ナコンラチャシマ
5. チャイナート



第2図 インドネシアの調査旅行経路図

- | | |
|------------|--------------|
| 1. テギネナン | 10. ジョクジャカルタ |
| 2. トルクベトン | 11. スラカルタ |
| 3. ジャカルタ | 12. ボジョラリ |
| 4. ボゴール | 13. スラバヤ |
| 5. チャンジュール | 14. マラン |
| 6. バンドン | 15. パスルワン |
| 7. クニンガン | 16. クラカー |
| 8. スカマンディ | 17. バニユワンギ |
| 9. ボロブドール | 18. サヌール |

1. タイのトウモロコシべと病とその発生様相調査

タイ国のトウモロコシ主要生産地帯はナコンサワン、ロブリ、サラブリ、ナコンラチャシマ、チャイヤプム、ペチャブン、ロエイの7県で全収穫量の80%を生産する。残る20%はこれら7県の周辺13県で生産される(第3図)。これらの地帯では一般に雨季に連続して二作されるため、乾季後の第1作では病害は概して少なく、第2作では発生が多い。トウモロコシべと病も他病害と同様に第1作では概して少なく、第2作では発生が激しい。第1作と第2作との間に小乾季が入り、第1作後、第2作の植付けが広域にわたって遅れると、第2作ではべと病は少なくなると言われている。

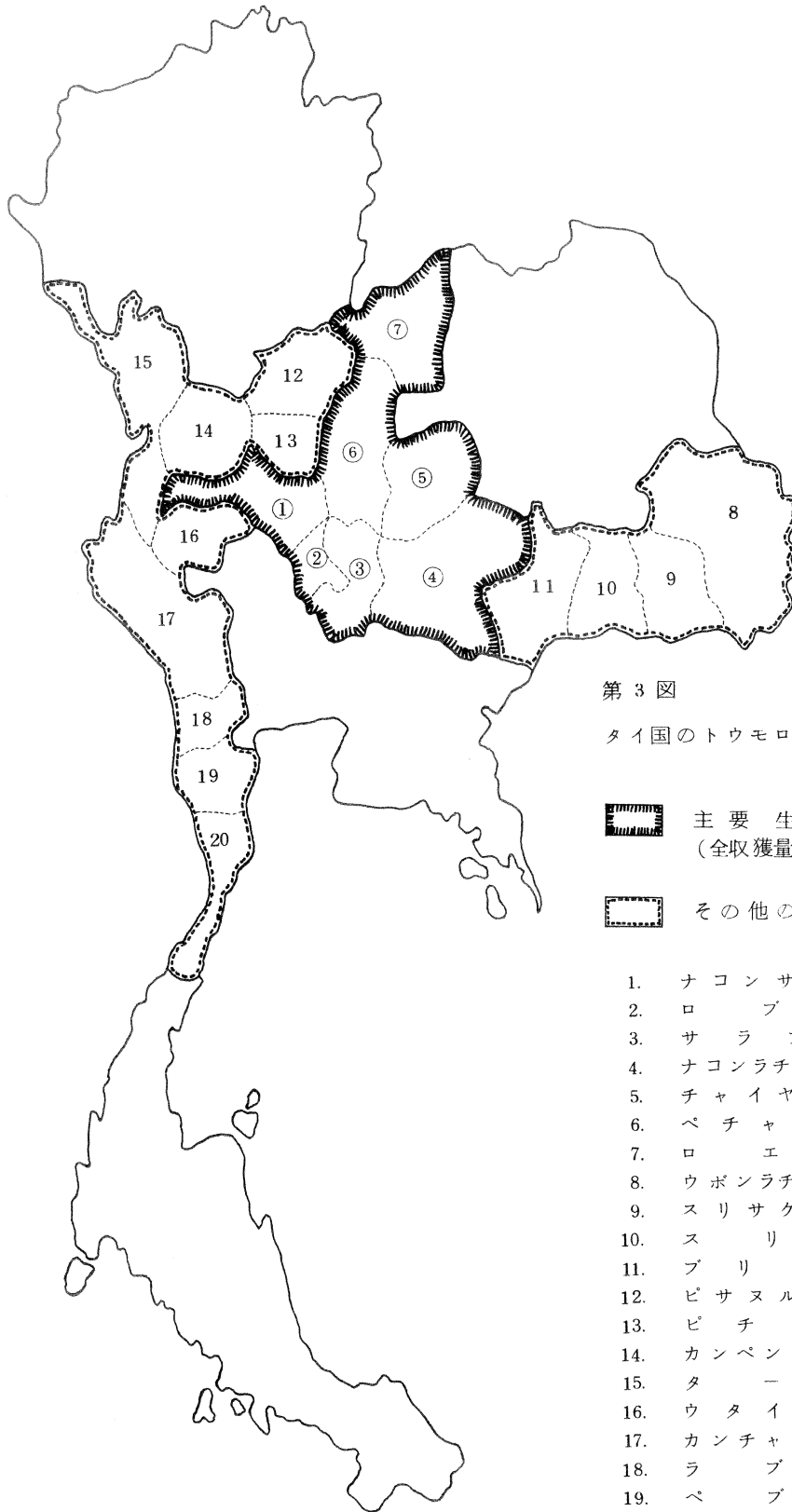
タイ国においてはトウモロコシべと病は1968年ナコンサワンの低地に発生し、1970年にはロブリ、サラブリ、カンペンベット、ナコンラチャシマへも拡がり、ナコンサワンを含めて5県に拡がった。1971年にはこれら5県のほかにスコータイ、ペチャブン、チャイナート、スパンブリにも発生し、発生県は9県となった。この年次のな拡がりを第4図に示した。現在ではトウモロコシべと病は生産地帯全域に分布していると考えてよいようである。

過去10年間余トウモロコシを年2作栽培してきたパクチョン地区においては畑の地力が低下し、収量は開こん当初に比べて半分またはそれ以上に落ちていると言われている。この地帯のトウモロコシべと病を調査した結果を第1表に示した。農家のトウモロコシ畑においてはいずれもツボ状の発生様相を呈しており、ツボ状の中央部は全株発病しているが、畑全体とすれば発病株率は35~45%であった。感染時期は発病葉位から考えてかなり遅い時期であったと思われる。これは1972年は雨季の到来が遅れたためにトウモロコシの生育初期には病原菌濃度が低かったためであろう。べと病以外の病害ではいずれの畑もクルブラリア・リーフ・スポット病が激しく、ほぼ全株が発病しており、次にごま葉枯病が多くほぼ半数の株が発病していた。また、すす紋病の発生も認められた。

第1表 パクチョン地区のトウモロコシべと病発病状況

調査は場	調査月日 (1972)	トウモロコシの 生育程度	トウモロコシべと病		備 考
			調査株数	発病株率	
農家は場	10. 20	開 花 期	118	43.2%	大豆と混作
農家は場	10. 20	開 花 期	112	44.8	メヒシバ属雑草密生
農家は場	10. 20	開 花 期	104	34.6	メヒシバ属, オヒシバ属 雑草密生
試験は場	10. 12	開 花 期	125	80.0	全葉感染した株多し
試験は場	10. 24	登 熟 期	299	83.6	全葉感染した株多し

第1表中の試験は場はパクチョンの国立トウモロコシ・ソルガム研究センター(National Corn and Sorghum Research Center)のべと病試験用の畑である。このは場はトウモロ



第 3 図

タイ国のトウモロコシ生産地帯

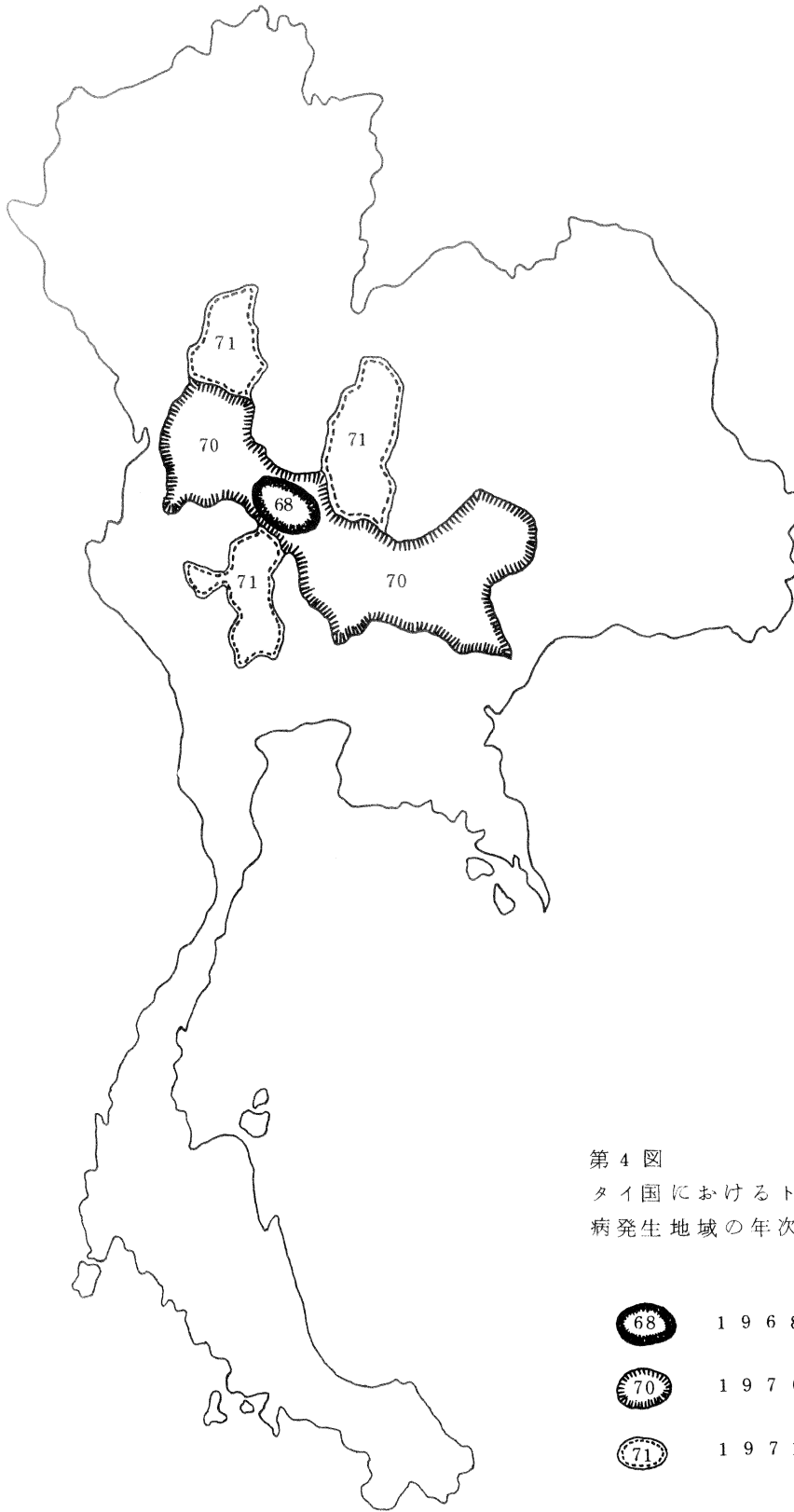


主要生産地帯
(全収穫量の80%を生産)




その他の生産地帯

1. ナコンサワン
2. ロブ リ
3. サラブリ
4. ナコンラチャシマ
5. チャイヤブム
6. ベチャブン
7. ロエ イ
8. ウボンラチャタニ
9. スリサケット
10. スリン
11. ブリラム
12. ビサヌルーク
13. ピチャット
14. カンペンベツ
15. ター
16. ウタイタニ
17. カンチャナブリ
18. ラブリ
19. ベブリ
20. ブラチュアッピリカン



第4図
タイ国におけるトウモロコシベと
病発生地域の年次的拡大の様相

- 
1968年に発生
- 
1970年から発生
- 
1971年から発生

コシが若い時期に感染するようにされており、ほとんどの発病株はほぼ全葉に病徴を示していた。また、雌穂が葉化するなど奇形を呈した株も認められた。このように若い時期に感染した株では結実しない。

タイ国に発生したトウモロコシべと病菌の同定はカセットサート大学農学部ですすめられ、今回の第8回アジアトウモロコシ改良研究会議(The 8th Inter-Asian Corn Improvement Workshop, 1972)でUdom Pupipatによって *Sclerospora sorghi*と発表された。*S. sorghi*についての概略は次のとおりである。

この菌は最初インドでソルガム上で発見され、1913年に *Sclerospora Graminis* var. *andropogonis-sorghi* と命名された。その後、この菌と *S. graminis* との違いが比較検討され、1932年に *S. sorghi* (Kulkarni) Weston et Uppal と変更された。*S. andropogonis-sorghi* と呼ぶのが正しいとする意見もあり、この学名を用いている者もあるが、タイ国では *S. sorghi* を用いている。分生子梗は幅7~9 μ 、長さ100~150 μ 、上方は2ないし3本に分岐しながら頂端に至り、頂端は細くなって頂端に分生胞子をつける。分生胞子はほぼ球形、無色、発芽管によって発芽する。蔵卵器は約42 μ で黄褐色、卵胞子は直径32 μ 、球形、濃褐色、発芽管によって発芽する。寄主はソルガム *Sorghum vulgare*、スーダングラス *S. sudanense*、ジョンソングラス *S. halepense*、トウモロコシ *Zea mays*、テオシント *Euchlaena mexicana* である。この菌はインド・パキスタンからも報告されており、アフリカには広く分布する。

S. sorghi は以上のような特徴をもつ。タイ国では卵胞子がまだ発見されておらず、ほ場で発病したソルガムからトウモロコシへの接種は成功したが、ソルガムへの接種試験はまだ成功していない。ほ場でのソルガムの発病は極めて稀であり、年2~3株しか発見できないということであった。筆者もべと病が発生しているトウモロコシ畑の近くのソルガム畑で発病株を探したが、発病ソルガムは見出すことができなかった。

トウモロコシべと病(Downy mildew)の病原菌は上述の *Sclerospora sorghi* であるが、この種のほかに *Sclerophthora rayssiae* var. *zeae* Payak et Renfro (Brown stripe downy mildew) もタイ国で発見された。病原菌が *Sclerospora* でなく *Sclerophthora* であるが、トウモロコシ上の病徴は *S. sorghi* の病徴と類似する。ただ、褐条が認められる点や葉面での胞子形成の量が少ない点などでわずかに異なる。*S. rayssiae* var. *zeae* の遊走子のう梗は短かく、遊走子のうは無色、卵形、7.5~11.0 μ である。蔵卵器は無色ないし淡黄褐色、ほぼ球形であり、卵胞子は無色、ほぼ球形である。

筆者が今回の調査で観察・鏡検したべと病はいずれも *Sclerospora sorghi* であった。*Sclerophthora rayssiae* var. *zeae* の観察には時期的に少し遅すぎるとのことであった。

2. タイのトウモロコシべと病研究の現状

タイ国の研究機関のなかでトウモロコシの研究を行なっているのはカセツサート大学農学部 (Faculty of Agriculture, Kesetsart Univesity) と農業・協同組合省農業局 (Department of Agriculture, ministry of Agriculture and Cooperatives) である。トウモロコシ研究の中心となり、その研究の場を提供しているのは国立トウモロコシ・ソルガム研究センター (National Corn and Sorghum Research Center) であり、タイの人達はファームスワン (Farm Suwan) と呼んでいる。このセンターはカセツサート大学農学部の農場であり、大学教職員学生の研究の場であるとともに学生の実習の場となっている。また、農業局にとってもトウモロコシ研究の場となっている。財政はカセツサート大学と農業局によってまかなわれており、これに対し、ロックフェラー財団が援助している。トウモロコシべと病研究の主体は農業局よりもむしろカセツサート大学にあると考えてよいであろう。

1968年のべと病初発生以来、タイ国の植物病理学者の研究は種の同定に集中してきたといえる。種については前述したように *Sclerospora sorghi* と *Sclerophthora rayssiae var. zaeae* であることが1972年に判明したが、有性世代については研究がまだ残されている。第1次伝染源としての雑草寄生の研究が現在進められており、*Panicum* 属の一種に野外でべと病らしい病徴を認め、この植物をセンターに持ち帰って観察を続けているところであった。有性世代や雑草寄主の問題がまだ解決されていないので、生態学的研究はまだ着手されておらず、生態的・耕種的防除法の研究も着手されていない。薬剤防除については着手したところであり、その一例として第2表に試験成績を示した。

第2表 トウモロコシべと病薬剤防除試験成績
(タイ国農業局試験成績, 1972年度, タイ語)

散布薬剤	散布方法	発病株率 (%)			粒収量 (g)
		15日め	25日め	35日め	
Manzate D	3日おき3回	39.5	52.7	60.0	360
〃	〃 5	41.6	48.6	72.5	281
〃	〃 7	34.5	40.1	58.5	551
〃	〃 10	43.6	50.1	61.0	565
Manzate D + Demosan	5日おき5回	38.2	60.2	72.1	377
〃 + 〃	〃 7	27.1	48.1	69.5	390
無処理	—	50.2	70.2	78.5	278
Captan	3日おき3回	39.4	60.8	72.5	290
〃	〃 5	41.1	50.3	81.0	265

散布薬剤	散布方法	発病株率 (%)			粒収量 (g)
		15日め	25日め	35日め	
Captan	3日おき7回	60.1	63.7	87.1	241
〃	〃 10	29.2	41.5	62.7	350
Captan +Demosan	5日おき5回	20.2	43.7	72.1	262
〃 + 〃	〃 7	47.2	68.3	75.4	385
無処理	—	53.1	78.0	90.0	265

第2表の備考(下につける)

備考 : Manzate D = Dithane m-22

Demosan = Chloroneb

1区は6.75mの列8列, 列間は0.5m, 播種間隔は25cmおきに1粒,
中央4列に散布, 散布薬剤量は記載してあるが不明りよう。

東南アジア諸国と同様にべと病に対し卓効ある薬剤はまだ見出されていない。

タイ国で現在広く普及栽培されている品種はガテマラ種である。ガテマラ種はべと病に弱いので抵抗性品種に置き換える必要があったため, 各国の品種のべと病抵抗性と収量を検定してきており, 1972年にBogor Synthetic 2をべと病抵抗性品種として奨励することを決めている。Bogor Synthetic 2はインドネシア中央農研で育成された品種であり, インドネシアではべと病(*S. maydis*)に対して抵抗性ではないと判定されている。べと病抵抗性品種の検定は現在も続けられており, 1971年度の試験成績の一部を第3表に示した。この表からはMIT×Flint Comp. Amar. やTainan No. 3など抵抗性品種の育成材料としてかなり有望のように思われる。

第3表 トウモロコシべと病抵抗性品種の検定

(タイ国農業局1971年度成績)

品種・系統	出所	べと病発病株率 (%)			
		反覆 I	II	III	IV
Tainan No. 1	台湾	50.0	32.1	57.1	54.0
Tainan No. 2	〃	35.1	26.4	17.3	20.8
Tainan No. 3	〃	63.0	70.4	55.8	42.6
MIT Cuba Gr. 1	フィリピン	38.6	9.8	25.0	29.6
MIT×Flint Comp. Amar.	〃	22.6	18.5	23.1	14.5
Tx. 441×Tx. 601	テキサス	41.3	34.1	30.8	61.5

品 種 ・ 系 統	出 所	べ と 病 発 病 株 率 (%)			
		反 覆 I	II	III	IV
College White×Tux	フィリピン	50.0	43.4	27.3	53.6
Chain DMR Syn.	〃	43.1	57.4	29.1	40.4
Phil. DMR-4	〃	34.0	50.0	50.0	57.1
Phil. DMR-6	〃	38.8	58.8	57.4	44.4
Bogor Syn. 1	インドネシア	47.2	42.0	40.7	36.4
P B 5 (対 照)	タ イ	100	81.1	89.1	81.7

3. インドネシアのトウモロコシ べと病菌の種類

インドネシアではトウモロコシべと病研究の歴史は古く、19世紀末から報告が見られる。インド・フィリピンでも古くから研究されたため、三国のトウモロコシべと病菌の種は古くから比較研究されて来た。

ジャワ島のトウモロコシべと病は1897年Raciborskiによって*Peronospora maydis*と命名された。1918年Palmは属の検討からこの菌を*Sclerospora*属へ移し*Sclerospora javanica*とし、のち学名の検討から現在用いられている*S. maydis*となった。

インドではトウモロコシべと病菌をButlerが1913年に同定して*Sclerospora maydis*と命名したが、1931年インドネシアの*S. maydis*とは異種であるとして*S. indica*とした。この菌はさらに検討され、フィリピンですでに報告されている*S. philippinensis*と同一種であることが明らかにされた(Uppal & Weston, 1936)。要するに、*S. maydis*はインドには分布せず、アジアではインドネシアだけに分布する。

*S. maydis*の有性世代はまだ確認されていない。分生子梗は長さ150~300 μ 、幅20~25 μ 、分生子は卵形またはレモン形、発芽管によって発芽する。ジャワ島のトウモロコシべと病はほとんどのものがこの菌によると言ってもよいようである。

インドネシアには*S. maydis*のほかにトウモロコシべと病菌として*S. philippinensis*が分布する。地域はセレベス北部である。今回の調査ではこの地域を調査する機会は無かった。

トウモロコシべと病ではないが、*Sclerospora*属菌の病害としてスンバ島で*Erianthus sp.*に寄生した*S. northii*が報告されている。この菌は有性世代だけが見つかっており、無性世代は見つからない。また、御子紫はジャワ島で*Saccharum spontaneum*に*Sclerospora*類似の病害を見つけているが、種は未同定である。

筆者の今回の調査範囲はジャワ、スマトラ、バリであった。これらの地域で採集された菌を鏡検した

結果では、全部 *S. maydis* であった。また上述のように文献から考えても *S. maydis* であったのは当然のことであろう。

4. インドネシアのトウモロコシべと病の 種子伝染と雑草寄主

インドネシアのトウモロコシべと病の種子伝染に関しては、未成熟種子を乾燥せずに播種したばあいには種子伝染するが、乾燥すると種子伝染しない (Semangoen, 1970)。成熟種子は収穫時にすでに乾燥し始めているので、成熟種子を用いるばあいには種子伝染しないと考えてよい。Semangoen の成績を第4表に示した。同様の試験は御子紫によっても確かめられており、種子伝染したばあいには第1葉ないし第2葉から病徴を示すという (御子紫, 未報告データ)。

第4表 トウモロコシべと病発病植物の種子による種子伝染試験
(H. Semangoen, 1970)

品 種	種子の状態	菌糸が認められた種子の率	種子伝染率 (発芽した種子についての%)
在 来 種	成 熟, 乾 燥	67.9 %	0.0 %
	未成熟, 乾 燥	90.5	0.0
	未成熟, 乾燥せず	90.8	0.0
メ ト ロ 種	成 熟, 乾 燥	81.4	0.0
	未成熟, 乾 燥	96.2	0.0
	未成熟, 乾燥せず	97.0	50.6

備 考 : 在来種は次の品種群である。ジャワテンガルプチ, メンテル, コドック, クジット, メナドクニン, ゲンジャカプル, バーデグ, ジャワチモールクニン。

筆者が今回調査したトウモロコシほ場のうち、種子伝染の立場から南部スマトラのタマンボゴの例と西部ジャワのチャンジュールの例とを考察してみよう。

タマンボゴ (Tamanbogo) の例 南スマトラのランボン州ではトウモロコシが広大な面積に栽培されている。しかも、長年の間トウモロコシべと病は発生していないとされていた地域である。1972年乾季末にべと病がミツゴロ農場に発生したという報告が聞かれたが、発生量は極めてわずかであったであろう。また、タマンボゴはミツゴロ農場から密林および水田で隔離された地であり、トウモロコシべと病にはまだ汚染されていない地域と考えてよいであろう。筆者は1972年12月13日に中央農研タマンボゴ試験地を訪れた。出穂後のトウモロコシを細かく調査したが、べと病は全然観察

されなかった。このことから無病地帯と考えてよいであろう。

この試験地の中に8～9葉期のトウモロコシが栽培されており、品種はメトロ種であった。栽培面積は0.6 ha，うね幅1 m，播種間隔0.4 m，2本仕立てで11月17日播種であった。種子はべと病汚染地域の東部ジャワで採種されたものであり、当然べと病はかなりの密度で発生していたと思われる。全面積をくまなく調査したが、べと病発病株は1株も発見できなかった。このことは、汚染地域で採種された種子であっても、普通に乾燥されておれば種子伝染はしないことを示している。は場内の調査株数を概算すると約300,000本であり、もしべと病が種子伝染するとしても1/300,000以下の確率であろうから、ガラス室内試験で種子伝染を立証することは極めて困難であろう。トウモロコシべと病は普通に乾燥された種子を用いる限り、種子伝染はしないと考えてよいであろう。

チャンジュール(Canjur)の例 西部ジャワのチャンジュール県のスカブミ県との県境部で、南側はエーザイ菓草農場に面し、ゲーデ山(Gunung Gede)の山麓のトウモロコシ畑を調査した。トウモロコシ畑の面積は5 ha以上あると思われ、前作は陸稲であり、周囲にはトウモロコシはないと考えられた。9～10葉期のトウモロコシが育っており、11月19日に観察した範囲では2株のべと病発病株が認められた。これらの2株は第5表に示したように第4葉までは病徴を示しておらず、種子伝染であったとしては病徴の発現が遅いように思われた。トウモロコシ畑の立地条件は他のトウモロコシ栽培からほぼ完全に隔離されており、周囲からの菌の侵入は考えにくい、おそらく発芽後に感染の機会があったものと考えざるをえない。Palmerによれば、試験方法の問題は残るが、胞子はかなりの遠

第5表 チャンジュールのトウモロコシべと病
発病株の葉位別の病徴

株	葉 位									
	第1葉	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	枯	枯	—	—	+	++	+++	+++	+++	
B	枯	枯	—	—	—	+	+++	+++	+++	+++

—：病徴なし，+：わずかに黄斑あり，++，+++：葉半分以下および以上の面積が黄化，
+++：葉のほぼ全面積が黄化。

距離を風で運ばれるという。風ばかりではなく、鳥など動物によって運ばれる可能性も考えられることから、伝染源は明らかでないが、種子伝染ではなくどこからか運ばれて来たと考えるのが妥当であろう。

雑草寄生 *Sclerospora maydis* の寄生としてはトウモロコシのほかにはテオシント(*Teosinte, Euchlaena mexicana*)がSemangoen によって報告されている。筆者はテオシントをべと病が激発したトウモロコシほ場に播種して自然感染が現われる病徴を観察した。ほ場はボゴールの中央農研の試験ほ場であり、11月29日播種した。12月19日に観察したところ、7株中1株にトウモロコシべと病と同様の病徴を認めた。発病株は第5葉が展開中であり、最上展開葉の第4葉に明らか

な病徴が現われており、第3葉には病徴らしい黄化がわずかに認められた。第4葉の胞子を鏡検したところ、分生孢子・分生子梗の形態は明らかに *S. maydis* であった。房し接種は行なわなかったが、菌の形態から間違いはないと思われる。そのほか、トウモロコシ畑の雑草を鏡検したが、*S. maydis* の寄主は見出せなかった。

5. インドネシアのトウモロコシべと病 抵抗性品種の育成

インドネシアではトウモロコシべと病の研究がオランダ統治時代から行なわれていたこともあって、品種抵抗性の検定は古くから行なわれてきた。しかしながら近年に至るまで抵抗性品種系統は見出されていなかった。アジアトウモロコシ改良研究会議 (Inter-Asian Corn Improvement Workshop) ではべと病を大きな問題として取りあげ、抵抗性系統の種子を配布して連絡試験 (Inter-Asian Downy Mildew Trials) を行っている。この連絡試験によってインドネシアでも抵抗性系統が除々に明らかになり、現在、ボゴールの中央農研の Rusli Hakim はかの研究者によって有望系統が選抜されている。その一つが第6表に示したように Philippine DMR 系統群であり、近い将来べと病抵抗性品種として発表されるものと思われる。筆者が見学したときは、これら

第6表 インドネシアのトウモロコシべと病
抵抗性系統の検定 (Hakim, 1972)

系 統		出 所	べと病発病率	収 量
Philippine DMR	1	フィリピン	39.4 %	1945 Kg/ha
"	"	"	29.8	2251
"	"	"	24.5	2235
"	"	"	35.4	2200
"	"	"	13.7	1887
"	"	"	41.7	1694
Tainan DMR Comp. №	1	台 湾	46.2	1538
"	"	"	30.6	1663
"	"	"	55.2	1220
"	"	"	68.5	1992
"	"	"	69.5	1239
Harapan (対 照)		インドネシア	93.5	1940

の抵抗性系統検定は場のトウモロコシは開花期であり、Philippine DMR の有望系統は10%程度の発病率であったのに対し、対照品種はほぼ100%の発病率を示しており、耐病性の面からは十分実用化に耐えうる系統であるように見受けられた。

また、御子紫はインドネシア在来種の中から抵抗性系統の検定を行ない、在来種Kretek を母材料にして抵抗性系統を育成しつつあった。この系統も十分な抵抗性を備えており、農家の小面積栽培用として有望とのことであった。

大規模栽培用、小面積栽培用ともに有望な抵抗性系統が見出されていることから、抵抗性品種によるべと病の被害の回避は近い将来に実現するであろう。

6. インドネシアのトウモロコシべと病発生様相

a) 西部ジャワ

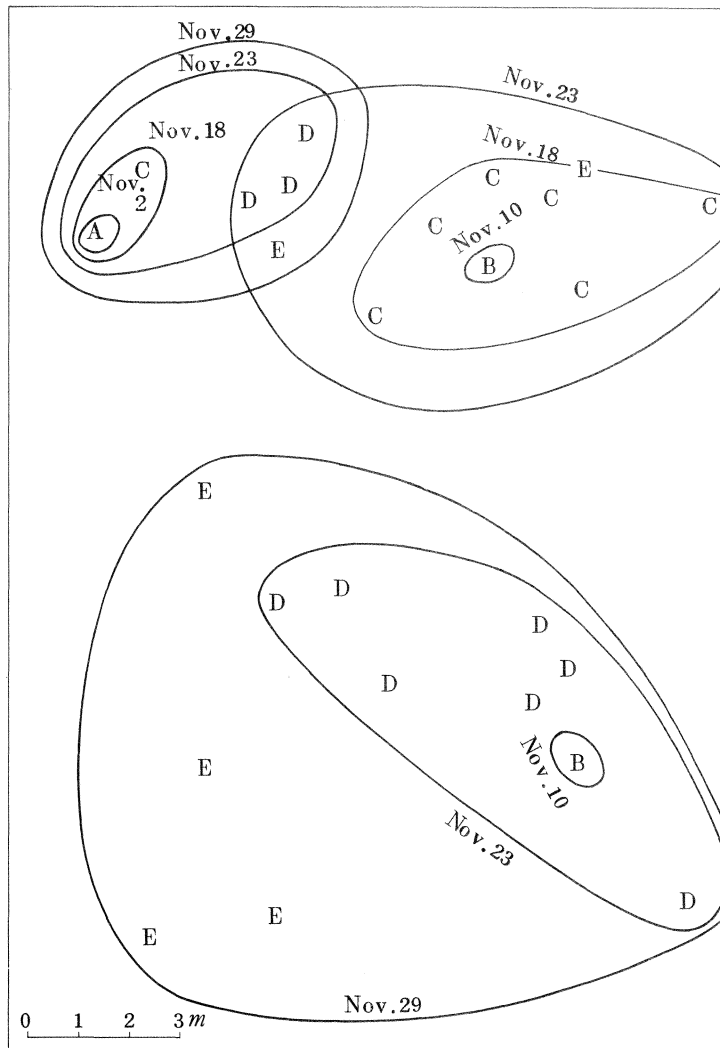
ボゴール周辺は年間降水量3934mmの多雨地域であって、1972年は乾ばつの年と言われたが、多地域に比較して早く降雨が始まった。ボゴールの郊外に中央農研のムアラ試験地があり、かんがい施設を利用して小面積のトウモロコシ試験が行なわれていた。これらの中でメトロ種に発生したトウモロコシべと病を追跡調査した。

第7表 トウモロコシの生育後期に感染し始めたべと病の発生様相
(9月29日播種, メトロ種)

調査月日 1972	草冠高	トウモロコシべと病		備 考
		発病株数	発病株率	
11月 2日	50 cm	1	0.07%	11~12葉期
10	85	3	0.2	
18	150	10	0.7	
23	170	21	1.4	
29	220	27	1.8	
				開 花 期

この場合は前作がキャッサバであり、キャッサバを収穫後もともと水田であることを利用して湛水して平坦化したのち、トウモロコシを9月29日に播種していた。従ってほ場内には植付け当初にはべと病菌はなかったと考えてよいほ場である。べと病発生の経過は第7表のとおりであり、ほ場内のまん延の様相は第5図のとおりである。このようにトウモロコシの生育の後期に感染したばあいには、激発して収量に多大な被害を与えるといわれるトウモロコシべと病も極めて除々にまん延するようである。

ボゴール北方約10kmのスンプラック周辺では農家は乾季にも小面積ではあるがトウモロコシを栽培



第 5 図 インドネシアのムアラにおけるトウモロコシと病少発生
のときのまん延の様相

品種メトロ，1972年9月29日播種

A：11月2日発病，B：11月10日発病，C：11月18日発病，

D：11月23日発病，E：11月29日発病

しており、トウモロコシは雨季乾季を通じ途絶えることなく栽培されている。11月27日の雨期初期にこの地域を調査したところ、この地域ではトウモロコシべと病が激発していた。1例をあげれば、8～9葉期のトウモロコシが植付けられたばかりのキャッサバと混作されており、べと病発病株率は99%、初発病葉位は平均して第5葉であった。濃厚な感染が第3葉ごろあったと考えられる。

クニンガン地区ではトウモロコシ作付は余り多くなく、べと病は発生していなかった。パチュエツ地区は谷に面した傾斜地であり、小面積に種々の作物と混作されており、その中のニンジンとの混作畑に1株認められた。チャンジュール地区では種子伝染の項で述べたように広大な面積に2株だけ認められた。これらの地域はいずれも山地であり、海拔標高はクニンガン500m、パチュエツ・チャンジュールは1,000m以上である。Rutgers が報告したように、べと病は山地には一般に少ないようである。

b) 中部ジャワ

ジョクジャカルタ周辺の平野部のカラサン、クラテン、イモギリ、スラマンなどトウモロコシを乾季に水田に、雨季に畑に栽培する地帯ではトウモロコシべと病は激発するといわれる。12月4日から7日にかけてこの地帯を調査した。トウモロコシは開花後のものから5～6葉期のものまでが見受けられ、ほとんどの畑でササゲ、キュウリ、ピーナッツと混作されていた。これらのほ場ではトウモロコシべと病は100～50%の発病株率を示していた。カラサン地区での数例を第8表に示した。このように雨季乾季を通して一年中途絶えることなく栽培される地帯ではべと病菌はトウモロコシ上で一年中生存できる。しかしながら、第8表の開花後のトウモロコシではべと病は明らかにツボ状に発生しており、乾季にはべと病菌のは場内の密度は雨季に比べて低かったことを想像させた。10葉期以下の生育度のトウモロコシではべと病はツボ状でなく一様に発生しており、ほ場内の飛来孢子濃度が高かったように思われる。

第8表 中部ジャワのカラサン地区における
トウモロコシべと病発病状況

畑	トウモロコシの生育度	トウモロコシべと病 発病株率	備考
A	開花後	50%	単作
B	10～11葉期	100	ササゲとの混作
C	10～11葉期	50	キュウリとの混作
D	5～6葉期	50	落花生との混作

いっぽう、ボジョラリ地区はムルアピ山(Gunung Merapi) 東側の傾斜丘陵地の畑地帯であり、乾季にはトウモロコシは栽培されず、雨季にだけ栽培する地帯である。海拔標高は500～1,000mの地帯である。この地区ではトウモロコシべと病は発生しないと言われており、筆者の調査でも全然認め

られなかった。おそらく乾季にトウモロコシが皆無になるのでべと病もほぼ皆無であり、もし、雨季にべと病菌が侵入したとしても、菌密度は極めて低く、被害も小さく、雨季後の乾季にはほぼ完全に消滅してしまうものであろう。これらの山地の微気象が明らかでないので考察しにくい、結露時間数などの関係で病原菌がこの地区に侵入してもまん延しにくいということも考えられる。この地区は位置的には前述のカラサン地区に近いので、べと病菌はこの地区に運ばれて来てよいと考えられるのである。

c) 東部ジャワ

1972年は早ばつの年であった。西部ジャワと中部ジャワは気候帯としては熱帯降雨林気候帯であるため、早ばつの影響はそれほど大きくなかったが、東部ジャワは熱帯落葉林気候帯であるため早ばつの影響が大きく、かんがい設備が不備な地域ではトウモロコシ作付地域全体として中断された地帯が見受けられた。この傾向は東に寄るほど顕著であった。

かんがい施設を持つモジョサリ試験地では、開花後のトウモロコシが栽培されており、95%以上の株が発病していた。この場合はべと病とNPK肥料施用との関係を試験していたもので、早ばつ条件下でもトウモロコシを連続して栽培すれば、べと病は激発することを示している。

マラン周辺の盆地は水田と畑が入り組んだ地域であり、小規模な農家の畑には収穫直前のトウモロコシから生育初期のものまでが見られ、べと病の発病株数が20~80%の地区があり、また、水田や林によって隔離されて1%程度の地区もあった。

プロボリンゴの南のクラカー峠一帯は完全な畑作地帯であり、トウモロコシも伸長期で良く生育していた。べと病は全く認められなかった。また、ジャワ島東端のバニウワンギ北方は年雨量1,000mmの畑地帯である。昨年は約半数の株が発病したという畑には生育初期のトウモロコシが栽培されていたが、べと病は認められなかった。早ばつのため、トウモロコシ作が完全に途絶え、菌濃度が極めて低くなったと考えてよいであろう。

d) 東部バリ

バリ島は面積5,623km²の小さな島であり、ジャワ島の東に隣接する。東部バリは急傾斜地に棚田を作り、主として稲を栽培している。トウモロコシを大面積に栽培しているところはない。山頂に近い部分に畑地帯がわずかにあり、この地帯でトウモロコシ・キャッサバなどが栽培されていた。トウモロコシはいずれも出穂後であり、べと病は認められなかった。中腹のバンリーー周辺の水田にトウモロコシをササゲと混作した地区があり、べと病が株率で5%程度発生していた。この地区のトウモロコシの草丈はだいたい1mであり、生育初期の畑や出穂後の畑がわずかに見られた。また、海岸に近い平地ではトウモロコシは少なかったが、サヌールの水田にピーナッツと混植されたトウモロコシに1%程度のべと病の発生を認めた。分生孢子、分生子梗の形態は明らかに*S. maydis*であり、ジャワ島のべと病菌と同じであった。

バリ島東部は稲作が主体であり、トウモロコシの栽培は少ないが、標高500m以下の水田作地帯でだけわずかに認められたことは、バリ島もジャワ島と同様に、べと病は山地の畑地帯には少なく、低地の水田作トウモロコシに多いことを示した。

e) 南部スマトラ

南部スマトラのランポン州では従来トウモロコシべと病は発生せず、輸出用トウモロコシを安定して生産してきた地帯である。ところが、1972年7月、ランポン州のミツゴロ農場およびその周辺の農家にトウモロコシべと病が発生したことが Ismu によって報告された。これは、ランポン州にとって州経済上重大な問題であり、また、インドネシアの作物保護の立場からも重大な問題であるので、筆者は12月11～14日にランポン州のトウモロコシべと病発生後の推移について調査した。

ランポン州のトウモロコシ作はミツゴロ農場の例をとれば平年は3作であり、第1期10～11月播2月収穫、第2期作2～3月播4～5月収穫、第3期作5月播9月収穫であって、品種は黄色種のメトロである。第1期作は乾季から雨季へ移行した時期に始まり、第3期作後半は乾季に入る。前述のトウモロコシべと病の発生は第3期作である。筆者が訪れた時期はこの次の作の第1期作であった。1972年の乾季は異常に長く厳しく、第1作の播種が1ヶ月以上遅れ、第3期作と第1期作との間の作付が無い時期が異常に長かった年である。

ミツゴロ第1農場は100haの農場であって、その80haにトウモロコシが播種されていた。この中の播種時期試験ほ場(1.5ha、ただしソルガムを含む)は Ismu がトウモロコシべと病を発見したと言っているほ場である。このほ場には各時期の発芽・生育・収量を調査するため雨季乾季を通じて30～15日おきにトウモロコシが播種されており、乾季に播種されたものはほとんど発芽していないが、周年トウモロコシを栽培しているほ場である。このほ場はとくに入念に調査したがトウモロコシべと病は見出せなかった。また、第4プロット(8ha、11月21日播)、第9プロット(10ha、11月23日播)の一部を距離にして約1,500m歩いて調査したが、これらのプロットにもべと病は認められなかった。ただし、第4プロットに斑入りのべと病類似症状の株を1株認め、温室状態にして孢子形成を促進したが、べと病菌の孢子も分生子梗も全然認められなかった。この株はべと病でなく斑入りであることを確認した。

ミツゴロ第2農場ではトウモロコシは380ha中240haに、第3農場では1,000ha中半分以上に播種されていたが、いずれの農場にもトウモロコシべと病は認められなかった。また、周辺の農家の畑にもべと病は発生していないようであった。

タマンボゴ試験地では、出穂後のトウモロコシおよび11月17日播のトウモロコシについて調査したが、いずれのトウモロコシにもべと病は認められなかった。タマンボゴでの観察の詳細については種子伝染の項にすでに記載し考察したとおりである。

以上述べたように南部スマトラのランポン州ではミツゴロ農場、タマンボゴ試験地、メトロ、テギネナンなどの各地には12月11～14日の時点ではトウモロコシべと病は認められなかった。このことは、Ismu が第3期作の7月にトウモロコシべと病を発見し、直ちに警告を発し、普及局職員の努力もあって各ほ場は細心の注意を払って除去して第3期作で絶滅させたと思われる。また、異常に長かった乾季が、残っていた病植物の除去に働き、次の第1期作への病原菌の伝播の環を切る結果になったようにも思われる。いずれにせよ筆者が調査した時点と範囲においては、トウモロコシべと病は認めら

れなかった。もし存在するとしても菌密度は極めて低く、べと病発生も極めて希であろうから、ランボ
ン地区の1972年末播種の第1期作では農業上問題になることはないであろう。

7. インドネシアのトウモロコシべと病の 発生程度からみた地帯区分

前項で述べたように、インドネシアではトウモロコシべと病は古くから発生しており、全土に広がっ
ている。しかしながら、調査地点の発病の状況から総括するために、べと病が激発している地帯と発生
が希な地帯とに分けた。激発地帯は50%以上の発病株率の地帯とし、少発地帯は1%以下の発病株率
の地帯とした。これら両地帯に含まれない地帯は1地点だけであり、発病株率は5%であったが、この
地点は少発地帯に含めた。

第9表 インドネシアでトウモロコシべと病が激発している地帯
(発病株率50%以上の地帯)

地	帯	観 察 月 日 (1972)	ほ 場	ほ場環境*
西部ジャワ				
チマング	(ボゴール)	11月~12月	試験ほ場	A, B
スンブラック	(ボゴール北方)	11. 27	農家ほ場	B
中部ジャワ				
カラサン	(ジョクジャカルタ東方)	12. 4	農家ほ場	B
スレマン	(ジョクジャカルタ東方)	12. 5	農家ほ場	B
イモギリ	(ジョクジャカルタ南方)	12. 6	農家ほ場	B
東部ジャワ				
モジョサリ	(スラバヤ)	12. 26	試験ほ場	A, B
シンゴサリ	(マラン)	12. 27	農家ほ場	B
ジャンベゲーデ	(マラン)	12. 27	試験ほ場	B

※ A: トウモロコシべと病試験ほ場

B: トウモロコシを周年栽培している地帯

激発地帯は第9表のとおりであって、栽培条件としてはトウモロコシを年間とおして栽培できる地帯
である。インドネシアでは、中部ジャワのべと病発生様相の項で述べたように、トウモロコシは雨季に
は畑 (tegal) に、乾季には水田 (sawah) に栽培される。畑と水田が入り組んだ地帯にトウモロ

コシベと病は激発しているということは、べと病菌はトウモロコシの周年栽培によって菌濃度を周年保持し続けうる地帯に激発することを示すものである。

第10表 インドネシアのトウモロコシべと病
無発病および小発地帯

地	帯	観察月日 (1972)	ほ 場	発病 程度*	ほ場環境**
西部ジャワ					
ムアラ	(ボゴール)	11. 2	試験ほ場	少	B
エーザイ	農場隣(チャンジュール)	11. 19	農家ほ場	少	C, D
クニンガン	(クニンガン)	11. 21	試験ほ場	少	D
パチュット	(チャンジュール)	11. 22	農家ほ場	少	D
中部ジャワ					
ボジョラリ	(スラカルタ北方)	12. 4	農家ほ場	無	C, D
ボロブドール	(ジョクジャカルタ西方)	12. 5	農家ほ場	少	B
東部ジャワ					
シンゴサリ	(マラン)	12. 27	農家ほ場	少	B
ツンバン	(マラン)	12. 27	農家ほ場	少	D
クラカー	(プロボリング南方)	12. 28	農家ほ場	少	C, D
ゲンテン	(バニユワンギ南方)	12. 28	試験ほ場	無	B
ムンチャール	(バニユワンギ南方)	12. 29	農家ほ場	少	B
アラスブルー	(バニユワンギ北方)	12. 29	農家ほ場	無	C
東部バリ					
キンタマニ		12. 16	農家ほ場	無	C, D
バンリー		12. 16	農家ほ場	少	B
サヌール		12. 16	農家ほ場	やや少	B
南部スマトラ					
スリバウォノ	(ランボン)	12. 12	ミツゴロほ場	無	B, C
タマンボゴ	(ランボン)	12. 13	試験ほ場	無	B
テギネナン	(ランボン)	12. 14	試験ほ場	無	B
ブランチ	(ランボン)	12. 14	農家ほ場	無	B

* 無：べと病無発病。 少：1%以下の発病。 やや少：5%の発病

** B：トウモロコシを周年栽培している地帯。 C：畑地帯。 D：山地。

べと病少発地帯を第10表にまとめた。前表の激発地帯を示した第9表に現われず、この表にだけ現われた地帯は畑地帯と山地である。インドネシアの畑地帯では一般に雨季にだけトウモロコシは栽培され、乾季にはトウモロコシは栽培されない。山地は畑地帯が多く、畑地帯と同じと考えてほぼ間違いない。畑地帯では乾季にトウモロコシが栽培されないので、乾季にべと病の生活環が切れ、べと病菌がほぼ完全に死滅するために激発しないと考えてよいようである。少発地帯の表の中に畑地帯のほかにも周

年トウモロコシを栽培している地帯が含まれるが、この地帯では菌濃度が低いために現在は激発していないものと思われ、将来、べと病菌が持ち込まれて菌濃度が一作ごとに上ってくればべと病も激発する可能性を孕んでいると考えてよいであろう。この良い例が南スマトラである。

第9表および第10表はインドネシアにおいてはトウモロコシを周年栽培するためにトウモロコシべと病の被害が大きくなっていることを示唆している。

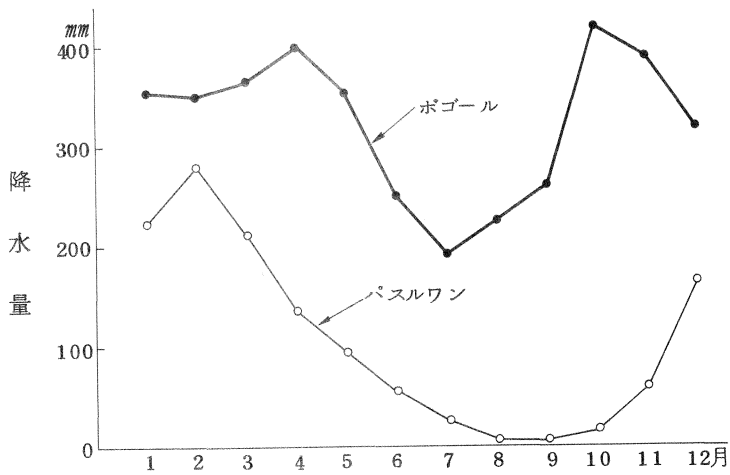
8. タイ・インドネシア両国のトウモロコシ べと病発生様相の比較

熱帯アジアの気候的特徴の一つはモンスーンの影響で生じる雨季と乾季である。タイおよびインドネシアにおいても雨季、乾季があり、この報告でも雨季、乾季という言葉を用いてきた。しかしながら、乾季とはその地域において雨が少ない季節を指す言葉であって、降水量や降水日数の絶対値は地域によって著しく異なる。第6図に示したように、ジャワ島内においても西部ジャワのボゴールと東部ジャワのパスルワンでは同じ乾季と言う言葉で表現されながら、絶対値ではボゴールの乾季はパスルワンの雨季とほぼ対応するのである。月別の平均気温についてはボゴールは各月とも24.6～25.4℃の範囲であって雨季、乾季を通じて一定であり、パスルワンでは25.8～28.1℃の範囲であってほぼ一定の気温であるといえる。ところがタイのばあいには乾季に冷涼期と高温期が続くのであって、降水量のほかに気温の変化も含んで考える必要がある。タイの例としてトウモロコシ地帯のナコンラチャシマをインドネシアのパスルワンと比較したのが第7図である。ナコンラチャシマでは乾季初の12月・1月に冷涼期が来て平均気温は22.5℃まで降下する。このときの平均最低気温は15.5℃であり、平均最高気温は30.5℃である。そして乾季の終りに高温期が来て平均気温は30.0℃となる。このときの平均最高気温は36.6℃であり、酷暑の季節となる。同様の傾向はジャワのパスルワンにも見られるが、前述したように最低月25.8℃、最高月28.1℃であってその差はわずかである。

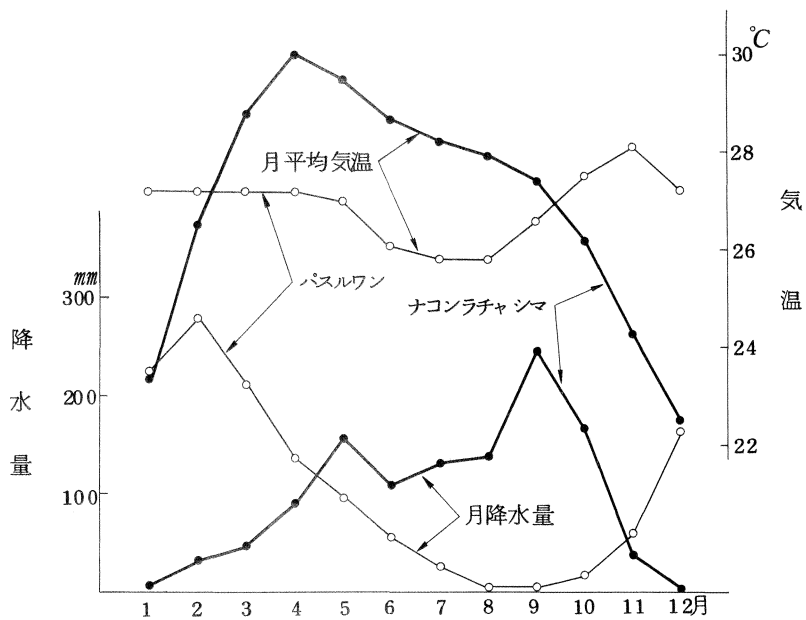
今回の調査地域は植生から分けると3地帯に分けることができる。タイの調査地は熱帯サバンナ林帯であり、インドネシアのスマトラ島南部とジャワ島西部中部は熱帯雨林帯であり、ジャワ島中部の東側から東部にかけてとバリ島は熱帯落葉林帯である。これらの地帯の特徴はそれぞれナコンラチャシマ、ボゴール、パスルワンの降水量と気温で示したとおりである。

トウモロコシべと病菌の種類はすでに述べたとおり、タイに2種、*Sclerospora sorghi* と *Sclerophthora rayssiae var. zeeae* であり、インドネシアに2種、*Sclerospora maydis* と *Sclerospora philippinensis* である。*S. philippinensis* はインドネシアではスラベシ北部にだけ分布し、今回の調査地域には分布しないので省略して、ほかの3種の菌の特徴をまとめると第11表のとおりである。

インドネシアでは全土に *S. maydis* が分布する。インドネシアの中の熱帯雨林帯では乾季は短かく、かつ、マイルドであるので、トウモロコシはほぼ周年栽培可能である。いっぽう、熱帯落葉林帯では乾



第6図 西部ジャワのボゴールと東部ジャワのパスルワンの月別降水量の比較



第7図 タイのナコンラチャシマとインドネシアのパスルワンの月降水量と月平均気温の比較

季は厳しく長い。畑地ではトウモロコシは乾季には栽培不可能である。しかし、水田を畑として使用するばあいにはトウモロコシは乾季にも栽培される。*S. maydis* は第11表にまとめたように悪環境条件に耐える卵胞子はない。トウモロコシ以外の寄主であるテオシントも栽培されていない。おそらく、*S. maydis* はトウモロコシ上で乾季を越しているものと思われる。第9表と第10表にまとめた激発地と少発地の環境条件の違いがこのことを裏付けている。

第11表 インドネシアおよびタイのトウモロコシ
べと病菌の比較

分 布	<i>Sclerospora maydis</i>	<i>Sclerospora sorghii</i>	<i>Sclerophthora rayssiae var. zaeae</i>
分 布	インドネシア	タ イ	タ イ
葉面上に形成される 分生胞子の数	多	多	少
分 生 胞 子 の 発 芽	発 芽 管	発 芽 管	遊 走 子
卵 胞 子	無	有	有
乾季を越すための想 像される方法	トウモロコシであろ うと発生の様相から 推定される。	雑草寄主または卵胞 子であろうが、いずれ もまだ未確認である。	左 に 同 じ

タイでは現在ほぼ全土に *Sclerospora sorghii* と *Sclerophthora rayssiae var. zaeae* が分布する。気候は熱帯サバンナ林帯であって、前出の熱帯落葉林帯の気候よりもさらに長く厳しい。しかも、大陸の一部であるため乾季に冷涼期と高温期が続いて起こる。乾季には当然トウモロコシは栽培できない。2種類のべと病菌がこの乾季をどのようにして越しているかは現在のところ明らかにされていないが、トウモロコシが栽培不可能であることから、おそらく、雑草寄主上で越すか、または、卵胞子で越しているであろう。

インドネシアのトウモロコシべと病は古くから発生しており、とくに従来からトウモロコシが栽培されているジャワ島ではべと病の発生様相はほぼ定置した型を示していると考えてよいであろう。スマトラ南部は近年開発された地域であり、べと病が発生していないという状態はまだ定着したものではなく、現在のところ無菌地帯ということであろう。タイでは1968年に初発生し、急速に拡ってほぼ全土に分布するに至った。べと病が無菌地帯に侵入したときの恐ろしさを示す好例である。タイの発生様相は菌濃度が徐々に上昇しつつある段階であろうから、まだ定着した型ではないであろう。タイの気候・栽培方法など環境条件に適合した菌濃度と発生様相ができていくであろう。

9. あとがき

東南アジア・南アジア諸国の中でトウモロコシべと病で悩まされている国は多い。これらの国々ではトウモロコシ作の最大の障害はべと病である。1964年までアジアトウモロコシ改良研究会議は8回開催された。この研究会議はトウモロコシの育種・栽培・施肥・品質など全領域の研究の成果を発表し、品種・系統を交換しての連絡試験の結果を検討するもので、1972年までに発表された講演数は第12図に示したように276題に及んでいる。この中でトウモロコシべと病の病理学的研究は21題、べと病耐病性の遺伝学的育種学的研究は9題であって、べと病の研究は全講演数の1割以上を占めている。病理学的研究ではべと病は前述の21題、べと病以外の病害は8題であって、病理学分野では最重点の課題であることが伺われる。

しかしながら、東南アジアのトウモロコシの病害はべと病だけが重要なのではなく、ストーク・ロットやさび病などべと病と同様に早急に解決しなければならない病害が多数あるのである。また、熱帯アジアには病害の種類も多く、今回の調査国の一つであり、比較的よく調査されているタイにおける病害の例を示せば第13表のとおり20種類を越している。べと病はこれらの病害よりも数段群を抜いて重要であるので研究が集中しているのである。

日本ではトウモロコシの主な用途は飼料であるが東南アジアでは主食なのであって、べと病対策は日本で考えていたよりもずっと深刻な問題であった。菌の発生生態を早急に解決し、耐病性品種を含めて生態的防除法を確立しなければならないと、被害ほ場を調査しながら何度も思った次第である。

第12表 アジアトウモロコン改良研究会議におけるトウモロコンシベと病の報告

開催年次	発表講演 総数	タイワン	フィリピン	インドネシア	タイ	インド	ネパール	日本	アメリカ	合計
第1回 1964	30		●p		△p					3
第2回 1965	37	●b△p	●p●b		○p					5
第3回 1966	38	●p●b●b	●p●p			●p●b●b○p○b	△b			11
第4回 1967	26		●p		△p					2
第5回 1968	33	●p●b	●p				△p	●p		5
第6回 1969	31	●p		●p○b		○p○p○p				6
第7回 1971	57	●p	●p●p●b	●p●p		○p○b○b	●p	○b		11
第8回 1972	24	●p●b	●p	●p		○p	○b	○p		7
合計	276	11	10	4	6	12	3	2	2	50
●p : ベと病の病理	5		8	3	2	1	1	1	1	21
●b : ベと病耐病性	5		2			2				9
○p : 他病害の病理				1		6	1			8
○b : 他病害耐病性				1		3	1	1	1	7
△p : 病害全般の現状	1			1	2		1			5

第 13 表 タイ国のトウモロコシの病害

病 原 菌 名	タイで用いている英名	日本名
<i>Sclerospora sorghi</i>	Downy mildew	べ と 病
<i>S. rayssiae</i> var. <i>zeae</i>	Brown stripe downy mildew	
<i>Helminthosporium maydis</i>	Southern leaf blight	ごま葉枯病
<i>H. turcicum</i>	Northern leaf blight	すす紋病
<i>H. carbonum</i>		
<i>Curvularia lunata</i>	Curvularia leaf spot	
<i>Gloeocercospora sorghi</i>	Zonate spot	
<i>Diplodia macrospora</i>	Diplodia leaf spot	
<i>Puccinia polysora</i>	Rust	さ び 病
<i>P. sorghi</i>	Rust	さ び 病
<i>Physoderma maydis</i>	Broun spot	斑 点 病
<i>Ascochyta zeicola</i>	Minor stalk rot	
<i>Rhizoctonia zeae</i>	Minor stalk rot	
<i>Nigrospora oryzae</i>	Minor stalk rot	
<i>Pythium aphanidermatum</i>	Pythium stalk rot	茎 腐 病
<i>Colletotrichum araminicolum</i>	Colletotricum stalk rot	炭 そ 病
<i>Ustilago maydis</i>	Smut	黒 穂 病
<i>Fusarium moniliforme</i>	Ear rot, Fusarium kernel rot	赤 か び 病
<i>Aspergillus</i> sp.	Ear rot	
<i>Diplodia maydis</i>	Diplodia ear rot	
<i>Botryodiplodia phaseole</i> (= <i>Macrophomina phaseoli</i>)	Ear rot, Charcoal rot	
<i>Erwinia carotovora</i>	Bacterial top rot	

図 版 説 明

- 図 版 I
1. タイのトウモロコシベと病 (*Sclerospora sorghi*) の病徴。(パクチョン)
 2. タイのトウモロコシベと病による穂の奇形。(パクチョン)
 3. タイのトウモロコシベと病による葉の奇形。(パクチョン)
 4. ベと病に類似した病徴を示していたという雑草。筆者の観察時は無病徴。(タイの国立トウモロコシ・ソルガム研究センター)
- 図 版 II
1. 西部ジャワのスンプラックのトウモロコシベと病激発畑。キャッサバと混作。
 2. 西部ジャワのパチュエットのトウモロコシベと病小発畑。ニンジンと混作。
 3. タイのトウモロコシベと病抵抗性品種として奨励しているボゴール・シンセテック 2 の展示。(国立トウモロコシ・ソルガム研究センター)
 4. インドネシアのトウモロコシベと病 (*Sclerospora maydis*) の病徴。左側が病植物。(ボゴール)
 5. インドネシアのトウモロコシベと病の病徴。(ボゴール)
- 図 版 III
1. 中部ジャワのカラサンのトウモロコシベと病のツボ状発生畑。
 2. 東部ジャワのマランのトウモロコシベと病激発畑。
 3. 中部ジャワのカラサンのトウモロコシベと病激発畑。ほぼ全株が発病。
 4. 東部ジャワのボンドウォソのトウモロコシベと病無発生地帯。
 5. 中部ジャワのボジョラリのトウモロコシベと病無発生地帯。
 6. 南部スマトラのランボンのトウモロコシベと病無発生地帯。(ミツゴロ第1農場)

图版 I



1



2



3



4



1



4



2



3



5

图版 III



1



2



3



4



5



6