

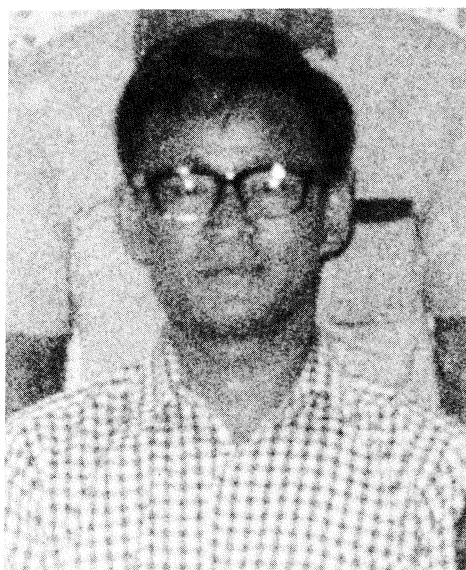
スリランカにおける水稲栽培の 農業気象的研究

昭和54年 2 月

農 林 水 産 省
熱 帯 農 業 研 究 セ ン タ ー

熱 研 資 料

- 16 1 タイ国の米穀経済
- 2 インドにおける農業関係試験研究事情調査報告書
- 3 フィリピン、インドネシアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
- 4 東南アジアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
- 5 ヨーロッパ、アフリカにおける農業関係試験研究事情調査報告書
- 6 沖縄における農業関係試験研究事情調査報告書
- 7 東南アジア等における森林資源およびその開発と利用
- 8 マレーシア、サバ州における農業関係試験研究事情調査報告書
- 9 戦前戦後における台湾農業技術の発達
- 1 0 西アフリカ熱帯造林技術の展望
- 1 1 北、中南米における農業関係試験研究事情調査報告書
- 1 2 インドネシア、フィリピンおよび台湾における畑作病害
- 1 3 パキスタンにおける農業および試験研究事情調査報告書
- 1 4 中華民国(台湾)における農業関係試験研究事情調査報告書
- 1 5 タイおよびフィリピンにおける農業機械の利用研究事情調査報告書
- 1 6 熱帯農産物の利用加工に関する研究事情調査
- 1 7 マレーシアにおける農業研究推進のための調査報告書
- 1 8 東南アジアの畜産に関する調査報告書
- 1 9 フィリピン、インドネシアにおける畑作関係試験研究事情調査報告書
- 2 0 インドとの農業技術研究協力に関する予備調査報告書
- 2 1 フィリピンに発生しているココヤシのカダンカダン病に関する調査報告
- 2 2 西部ジャワ水田地帯の農業経営実態調査報告
- 2 3 水稻高収量品種の導入と農業経営
- 2 4 沖縄の桑に関する調査報告書
- 2 5 インドネシアの豆類に関する生産および研究事情調査報告書
- 2 6 タイおよびインドネシアのトウモロコシベト病に関する調査報告書
- 2 7 東南アジアにおけるイネノシントメタマバエの研究協力設立に関する調査報告書
- 2 8 フィリピンのマンゴー栽培地におけるミバエ類調査報告書
- 2 9 沖縄におけるさとうきびを中心とする作付方式に関する研究
- 3 0 東南アジアにおける香辛料の栽培加工に関する調査報告書
- 3 1 熱帯畑作の開発に関する調査報告書(ブラジル)
- 3 2 " "(インドネシア)
- 3 3 Rice plant-and leafhopper incidence in Malaysia and Indonesia
- 3 4 東南アジアの畜産
- 3 5 インド・スリランカ・タイにおける水稻害虫研究の現状
- 3 6 ブラジルの稲作
- 3 7 熱帯畑作の開発に関する調査報告書ーフィリピンー
- 3 8 セラードに関するシンポジウムⅢ 抄訳
- 3 9 オーストラリアにおける牧草導入事情報告書



ありし日の岡本利高技官

（略 歴）

昭和39年3月 東京農工大学農学部卒業

昭和39年4月 東北農業試験場勤務

昭和46年3月 熱帯農業研究センター勤務

（昭和46年3月から昭和51年4月までスリランカ・
中央農業研究所で研究に従事）

は　じ　め　に

本報告書は、昭和51年7月に急逝された故岡本利高技官の遺稿である。

熱帯モンスーン地帯は、豊富な太陽エネルギーなど気象資源に恵まれているにもかかわらず、その利用が十分でないため農業生産の水準は低い現状にある。

そこで当センターは熱帯における気候と作物生産との関係の解明についての問題にとり組むこととし、昭和46年3月に故岡本利高技官を在外研究員としてスリランカ・中央農業研究所に派遣した。

故岡本技官は、それ以来約5カ年間、きわめて困難な状況のなかで、スリランカ側カウンターパートと協力して「スリランカにおける水稻栽培の農業気象的研究」を実施し、多くの成果を得て、昭和51年4月に帰国された。

故岡本技官は、この成果をとりまとめるべく準備を進めておられたが、まったく突然逝去されてしまった。

故岡本技官の研究成果をとりまとめることは、熱帯稲作技術の発展に裨益するとともに、同技官のこれまでの努力に報いるものであると考え、同技官のかつてのよき上司であられた、千葉大学園芸学部 羽生寿郎教授及び農業技術研究所物理統計部物理第二研究室長内島立郎技官に編集をお願いし、とりまとめていただいたのが本報告書である。

この報告書には、膨大な観測・実験データによってうらづけられたスリランカの気象を知るための基礎となる気象解析及び気候と作物生産との関係についての新しい知見について報告されており、この報告書が熱帯における稲作技術及び農業気象研究の発展に役立つことを祈ってやまない。

おわりに、直接的に関与していない研究成果をとりまとめるという、きわめて困難な作業にもかかわらず編集をお引き受け下さり、このような立派な報告書に仕上げていただいた羽生寿郎教授及び内島立郎技官に心から感謝を申し上げる次第である。

なお、本報告の図・表のトレースは飯泉恵子氏があたられた。その労に対し厚くお礼を申し上げます。また、本研究の実施に際し、絶大な御支援をいただいたスリランカ農業省、中央農業研究所の関係各位及び日本国外務省並びに在スリランカ日本大使館の関係官に厚くお礼を申し上げます。

昭和54年 2 月

農林水産省熱帯農業研究センター

所長 岡 部 四 郎

編 者 の こ と ば

編者らは熱帯農業研究センターの依頼により、故岡本利高技官の遺稿の編集を行った。編者らはスリランカはもとより、熱帯地域の稲作を実地に見たことがなく、本稿の整理に当って、岡本技官の意図と実験結果について適確に表現することができたかどうかに、一抹の危懼を抱いている。また、データを基にしてさらに解析を進めることのできなかったことをはなはだ残念に思っている。

岡本技官は東京農工大学農学部で植物病理学を学び、昭和39年4月に東北農業試験場栽培第二部農業気象研究室に着任した。編者らはその時の室長と先任研究員とである。彼は大学での専門と異なる部門に配属されたことをはなはだ遺憾としていたが、研究を共にするようになって農業気象研究の重要性に関心を抱くようになり、作物の栽培にはその土地の気候を十分に利用すべきこと、そのための研究は如何にあるべきかに、大きな興味を示した。熱帯農業研究センターに転じ、スリランカで研究をすることになったとき、彼はこの観点から研究を企画し、困難な研究条件の中で5年の長きにわたり研究を実施した。

この報告は、彼がスリランカを離れるとき、取りあえず同国政府に提出した報告書の大綱である。彼はこれらのデータを基に、他の研究データを参考にして、本格的解析を進め、スリランカの稲作技術の発展に寄与しようとしていた。その作業に取りかかる前に、彼は急逝した。遺品の中には膨大なデータが残されているが、これを整理し、さらに解析を進めることは余人には極めて困難であり、彼を失ったことは熱帯稲作についての農業気候研究の進展にとって大きな損失である。

ここに、岡本技官の意図の片鱗を整理して公表し、スリランカの稲作研究の文献として利用されることを望むものである。

岡本利高技官の冥福を祈りつつ。

1979年 2 月

羽 生 寿 郎 （千葉大学園芸学部）

内 島 立 郎 （農業技術研究所気象科）

目 次

I 序 論	1
II スリランカの気候解析	2
1. 降雨状態	2
1) 移植期による降雨期待量の変化	3
2) 日別降雨期待量	4
3) 1月1日を起点とする日別積算降雨量	4
4) 降雨の日出現型	4
2. 温度状態	14
1) 最高・最低平均気温と日平均気温との差	14
2) 水稻群落内水地温の垂直分布観測例	15
3) 気温の標高による変化	20
3. 日射状態	21
1) 日射量と日照時数との関係	21
2) 直達・散乱日射状態	25
3) 日射計の比較	27
4. 風 速	29
5. 総合考察	30
III 水稻生育に関する農業気象学的研究	38
1. 蒸発抑制剤による水温改良効果	38
2. 水稻の移植時期と生育収量との関係	47
3. 登熟に対する日射量の影響	62
4. 収量構成の地域性について	68
5. Peradeniya における水稻群落の日射利用特性	74
6. 栽培期間の短縮に関する試験	82
7. 総合考察	87
IV 結 語	90
英文摘要	93
付録, Coir dust 苗代について	99

スリランカにおける水稻栽培の農業気象的研究

故岡本利高^{*}・ K. P. Alwis^{**}・ P. Ponnampalavanar^{**}

W. S. Alles^{**}

I 序 論

スリランカはインド亜大陸の南端から南東へ約 100Km の海峡を隔てた、面積約 65,600 km² (北海道の約 84%) の島国であり北緯 6° から 9° 50' の熱帯圏に位置している。

その気候の特徴は気温の日変化、年変化が少なく、年間を通じての天候の変化は熱帯収束帯の動静に左右される。すなわち、北収束帯が南方にある 11～3 月には北東モンスーンが卓越し、中央山地の北東斜面に雨が多く、北収束帯が北方にある 5～9 月には南西モンスーンが支配的となる (土屋, 1964)。この両モンスーンと中央山地によって、スリランカは次の三つの気候区に分けられる。

- ① 湿潤地帯
- ② 乾燥地帯
- ③ 中間地帯

このようなスリランカに、筆者 (岡本) は 1971 年 3 月に到着し、1976 年 3 月まで、周期的に日本に連絡に戻る非常に短い旅行を除いて、ここで研究に従事した。

気候が農業に非常に重要な役割を演ずることは言うまでもない。気候と作物の生育との関係を解析し、その知見を基に農業生産の実際場面に寄与することは、農業気象学にとって極めて重要な使命の一つである。農業気候研究の重要かつ有用な分野の一つは、気象要素と作物との定量的・定性的関係から、農業気候条件や資源の最も経済的・効率的の使用を提言することであろう。

このような考え方は、筆者が東北農業試験場在任中、直接、間接指導を受けた八柳 (1960)、伊達 (1963)、羽生ら (1962, 1966a, b)、内島ら (1964, 1967) の栽培計画、栽培立地研究に現われており、筆者はこれらの考えを基に、スリランカの稲作に農業気候学的観点から考察を加え、同国の稲作改善に寄与しようとした。

このため、次の主なテーマについて計画し、実施した。

- (1) スリランカの気候解析
- (2) 水稻生育に関する農業気象学的研究

第 1 の課題は既存の気象データと、筆者自身あるいはその指導の下に観測されたデータに基づく

* おかもと としたか 元熱帯農業研究センター

** K. P. アルウス, P. ポンナンパラヴァナア, W. S. アレス 中央農業研究所 (スリランカ)

もので、本文Ⅱに詳述される。

第2の課題は筆者が設計し、直接・間接実施した圃場試験を中心としており、本文Ⅲで述べられる。以上の実施地点は、上述の3気候区を代表する3地点およびPeradeniya, Maha-Illuppallama, Bathalagoda（圃場試験 気象観測はKurunegala）である。

Ⅱの結果はそれだけでは新しい知見を示さないが、スリランカでは初めてまとめられたものであり、Ⅲの結果を考察するのに有用であるばかりでなく、スリランカの農業気候研究に有用なものとなろう。Ⅲの結果は、帰国に際して一応まとめた段階であり、本格的解析は今後に残された。

ここに報告された仕事は筆者個人によってなされたものでなく、筆者と一緒に仕事をしたチームの努力の成果である。その何人かは5年間を通して、他の人は短期間の仲間であった。

Ⅱ スリランカの気候解析

1 降雨状態

はじめに

スリランカのような熱帯地域では、稲作にとって最も重要な気候の限定要因は温度や日射でなく、水である。水の供給源は降雨である。降雨は気温に比べて年々の変動が大きいばかりでなく、季節的変動が大きい。灌漑施設の整備されていない熱帯地域では、降雨のこのような変動は直ちに灌漑用水の過不足となって現われ、稲作に大きな影響を与える。

一般に熱帯地域では、稲作は水が利用できさえすれば一年のどの時期でも行うことができるので、水稻の生育期や栽培期間は降雨状態を考え合わせて設定され、さらに灌漑施設によって水の過不足が調整される。

筆者は既存の降雨データを用いて、次の項目について解析した。

- (1) 移植期による降雨期待量の変化
- (2) 日別降雨期待量
- (3) 1月1日を起点とする日別積算降雨量
- (4) 降雨の日出現型

気象データ

スリランカの3気候帯からPeradeniya（湿潤地帯，以下P点），Kurunegala（中間地帯，K点）およびMaha-Illuppallama（乾燥地帯，M点）を選んだ。P点は植物園，K，M点は測候所である。この研究で用いたデータは次表の通りである。

地 点 名	期 間	年 数	備 考
Peradeniya	1884 ~ 1974 (1886, 1890, 1964 欠)	88年	日別値
Kurunegala	1886 ~ 1974 (1901, 1902 欠)	87	〃
Maha-Illuppallama	1905 ~ 1974	70	〃

方法と結果

1) 移植期による降雨期待量の変化

(1) 方法

計算を単純・容易にし、かつ実用に便利のように、水稻の生育期間を次の二つに分けた。

(i) 移植（播種）期～出穂期 …………… 生長期間

(ii) 出穂期～収穫期 …………… 登熟期間

ここで生長期間の長さは品種の熟期により非感光性の短期品種で50日、中期品種で70日、長期品種で100日とした。登熟期間の長さは移植期や品種に関係なくおよそ一定であるから、すべて35日とした。

各月の1, 11, 21日を移植期としてとり、その日を起点として生長期間、登熟期間の積算降雨量を各地・各熟期について計算した。同様の積算降雨量を毎年値について算出し、統計期間中の度数分布を求めた。この度数分布について、降雨量の多い方から少ない方へ累積頻度を求め、各30・50・70および90%に相当する積算降雨量を求めた。したがって、ここに得られた積算降雨量は、ある地点のある移植期で、ある熟期の品種が生長期間あるいは登熟期間中に、ある確からしさで期待できる積算降雨量を示すことになる。

(2) 結果と考察

P点の短期品種について移植期別の期待積算降雨量を第Ⅱ・1図に示す。例えば、a図の2月21日に対応する30%の折線の降雨量は、2月21日に移植した短期品種が生長期間（50日）中に受ける積算降雨量がその値に等しいか、またはその値を越えることが、過去の出現率からみて30%であることを示す。この値を30%期待値と呼ぶことにする。換言すれば、P点で短期品種を2月21日に移植した場合、その生長期間中に12インチ以上の雨が降ることは過去88年の実績から3年に1回くらいは期待できる。b図は登熟期間に対するものである。第Ⅱ・1図にはさらに、中期品種と長期品種の50%期待値を示したが、その他の期待値は省略した。

K, M点についてはそれぞれ50%期待値のみを示した（第Ⅱ・2, Ⅱ・3図）。各地点とも、一年に2つのピークが存在する。前の小さなピークはYala雨、後の大きなピークはMaha雨と一致する。第Ⅱ・4図には、中間品種の50%期待値について、3地点の比較を示した。

以上は降雨量のみを扱ったが、灌漑用水計画のためには蒸発、流出量を差引いた有効雨量についての同様の評価が必要である。

2) 日別期待降雨量

(1) 方法

毎日の降雨の出現状態を表わす方法として、次の3要素について検討した。

(i)降雨日率：統計期間中に現われた降雨年数の割合、0.01inch (0.25mm)より少ない、観測にかからない雨も降雨日として数えた。

(ii)降雨強度：降雨日当りの平均降雨量。

(iii)平年日別降雨量：最も普通に使われる。

使用の便宜上、5日移動平均法により平滑化した。

(2) 結果と考察

上記3要素について各地の年変化の比較を第Ⅱ・5図に示す。これは雨の年間の地域的特徴を現わしている。まず降雨は率についてみると(C図)、P、K点では4月、6月、10月後半から11月初めの三つのピークが存在しているが、M点では6月のピークがみられない。M点の6～8月と、全地点の2月は乾いた月とみられる。4月のピークはYala雨、10月のピークはMaha雨に起因している。

b図は降雨強度の変化を示す。2月の雨日は少ないが、降雨強度はM点で特に高い。C図は平年の日別降雨量を示す。M点の2月の高い降雨強度は降雨日率が少ないことから消去されている。2月の平均降雨量は各地点ほぼ等しい。

普通の降雨統計ではC図のみが示される。a、b図のような情報は、もし従来の自然降雨利用農法が人工灌漑を加えた農法に変わるならば栽培・灌漑計画の策定に役立つことになろう。

3) 1月1日を起点とする日別積算降雨

(1) 方法

1月1日を起点とする平年日別降雨量の積算値を求め、3地点の比較をした。また、1971～1975年の各年の積算雨量曲線をつくった。

(2) 結果と考察

3地点の平年の日別積算雨量曲線を比較すると第Ⅱ・6図のようになる。この曲線の勾配がゆるいときに降雨が少なく、急なときは多い。3地点は5～9月の間でその差が大きい。これは南西モンスーンによるもので、地形による各地域の降雨の特徴が明瞭に現われており、M点の降雨が極めて少ない。11月から3月までは北東モンスーンに支配され、M点の降雨が多くなる。P、K点もやや少ないが、M点と同様の降雨傾向を示している。

各年についても日別積算雨量曲線を描くことができ、平年と対比して各年の特徴を考察することができる。1971～1975年についての考察の結果はここでは省略する。

4) 降雨の日出現型

(1) 方法

1972年6月から1975年8月まで、P点、M点及びBathalagoda(B点、圃場試験実施、K

点と同一気候区)に自記雨量計を設置し、1時間ごとの降雨の出現の有無を月ごとに集計し、各月の時刻別降雨出現率(%)を求めた。

(2) 結果と考察

スリランカの雨はモンスーンと対流性によるものがある。もし雨が規則的に一日の特別な時間帯に現われるならば、それは対流性に起因するものであり、モンスーンが卓越するときは、それが日単位以上の長い時間スケールの現象であるがゆえに、特別な日変化型を示さないであろう。

この調査は観測期間が短かく、日出現型を認定するには十分でなかったけれども、およそ次のことが推察された。

- (i) 1月から3月まで対流雨(午後に降雨)が卓越した。
- (ii) 5～8月はP、B点でモンスーンが卓越した。
- (iii) 10～11月は対流雨(夕方から夜半に降雨)が卓越した。
- (iv) 12月はモンスーンが卓越した。
- (v) 4月と9月は年次的変動があり、対流雨とモンスーンの交替期と考えられた。

南西モンスーンが卓越する5～8月に、B点で雨が午後に主として起こる(雨量は少ない)ことは興味深い。これらの結果に関する限り、Maha雨季は二つの雨型、すなわち、10～11月の対流性、12月の北東モンスーンからなると考えることができるが、その交替期をこの1か月データから指摘することは困難である。

要 約

降雨は熱帯農業にとって極めて重要な水資源である。そのため降雨状態を4項目について検討した。

(1) 移植期による期待降雨量の変化

(i) 3気候帯から各1地点(P、K、M点)を選び、80年程度のデータから、生育期間中の降雨の出現率(30、50、70、90%)に相当する期待積算降雨量を求めた。

(ii) 生育期間としては、各熟期の水稲品種(短期、中期、長期)の生長期間(移植～出穂、50、70および100日)と登熟期間(出穂～収穫、35日)をとった。

(iii) 各地、各熟期について移植日を年間を通じて10日おきに設定し、一定積算降雨出現率30、50、70および90%期待降雨量の季節変化を求めた。

(2) 日別降雨期待量

(i) 降雨日の日別出現率(%)の季節変化を求め、P、K点では年間三つのピーク、M点では二つのピークを認めた。

(ii) 4月と10～11月初めの降雨はYala 雨とMaha 雨に一致する。6月のピークは南西モンスーンによるもので、M点では認められなかった。

(iii) 2月の降雨強度はM点が最も高かった。

(3) 1月1日を起点とする日別積算降雨

(i) 平年の日別積算雨量曲線により3地点の比較をした。

(ii) 5～9月の間でその差が最も大きく、これは南西モンスーンに相当した。

(4) 降雨の日出現型

(i) P, B, M点に自記雨量計を設置し、約3年間のデータにより時刻別の降雨出現率を求めた。

(ii) その出現型から、対流雨は1～3月、10～11月に卓越し、モンスーン雨は5～8月(M点を除く)、12月に卓越した。

(iii) 4月、9月は両型の交替期と考えられた。

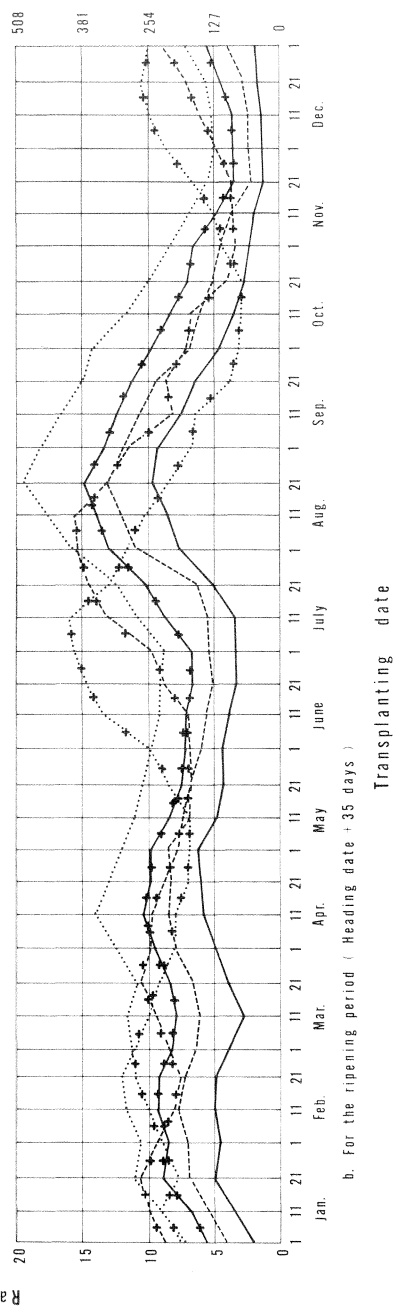
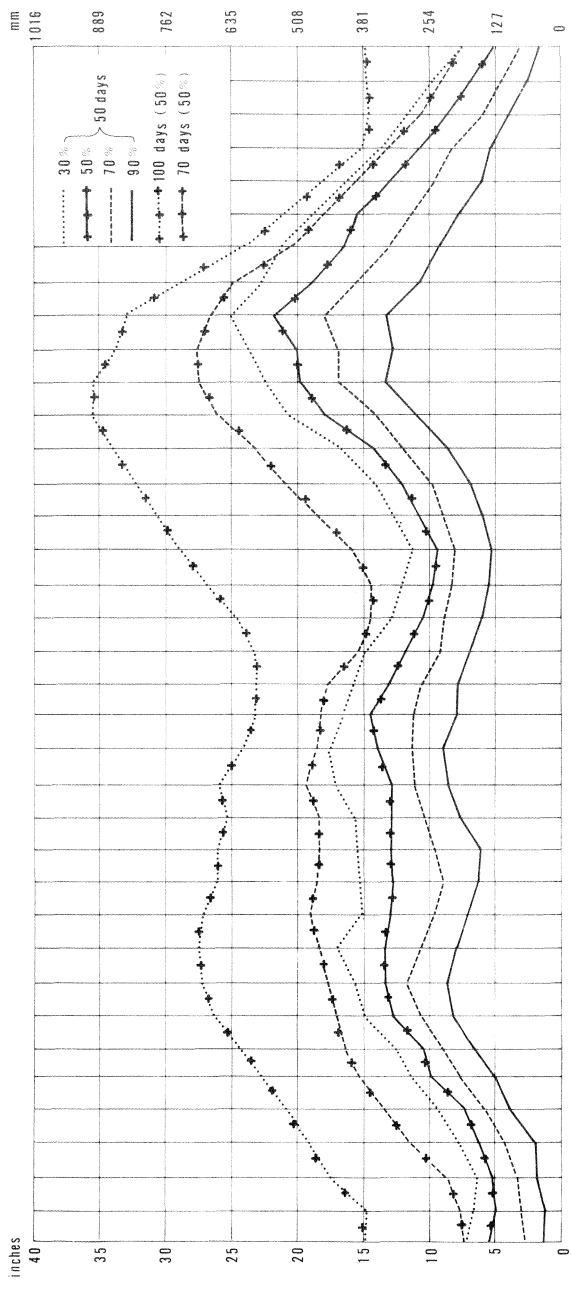


Fig. II • 1 Four Selected percentile values or rainfall for the short age variety (Peradeniya)

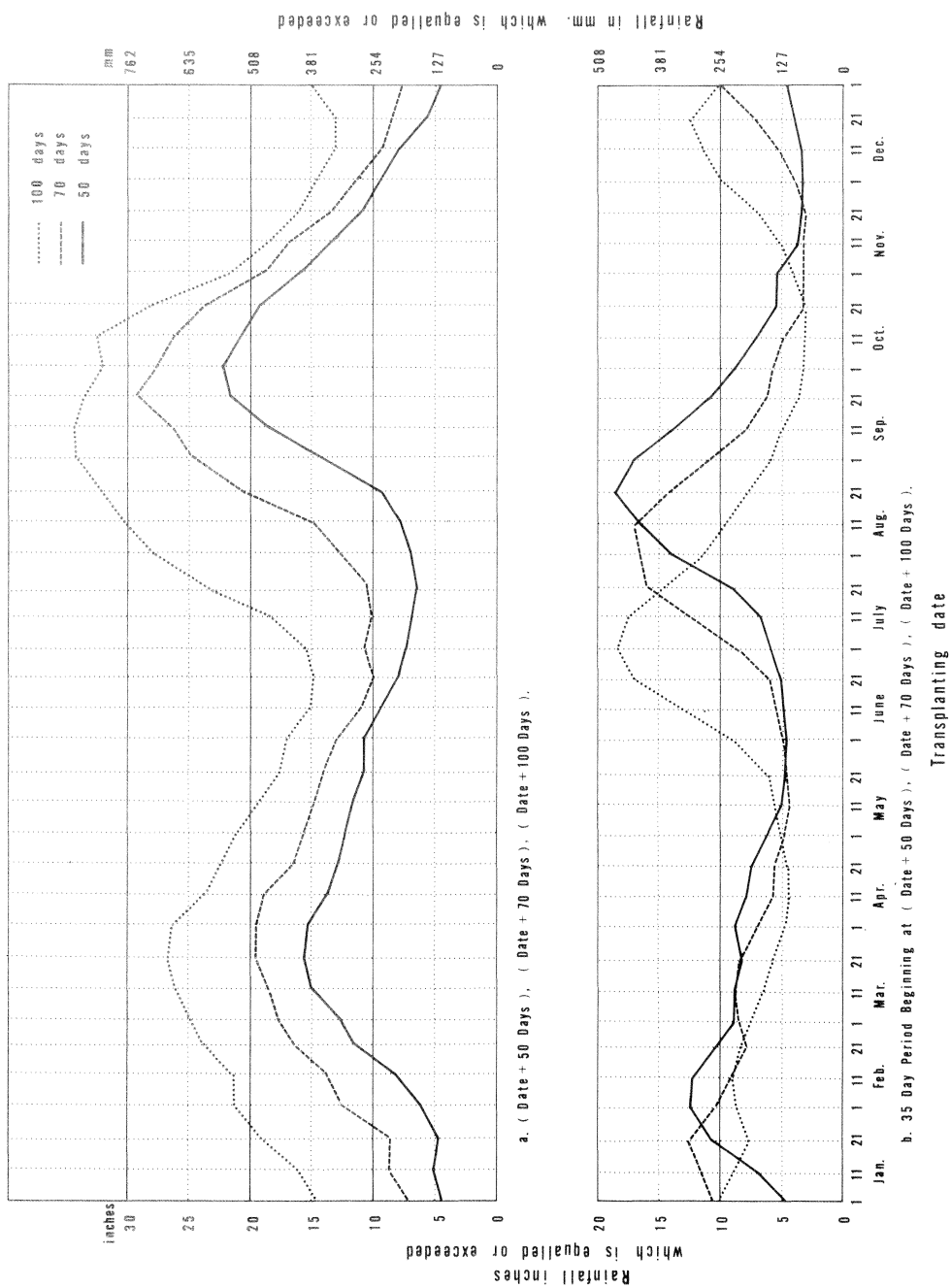


Fig. II • 2 50-Percentile values of rainfall for three selected periods. (Kurunagala)

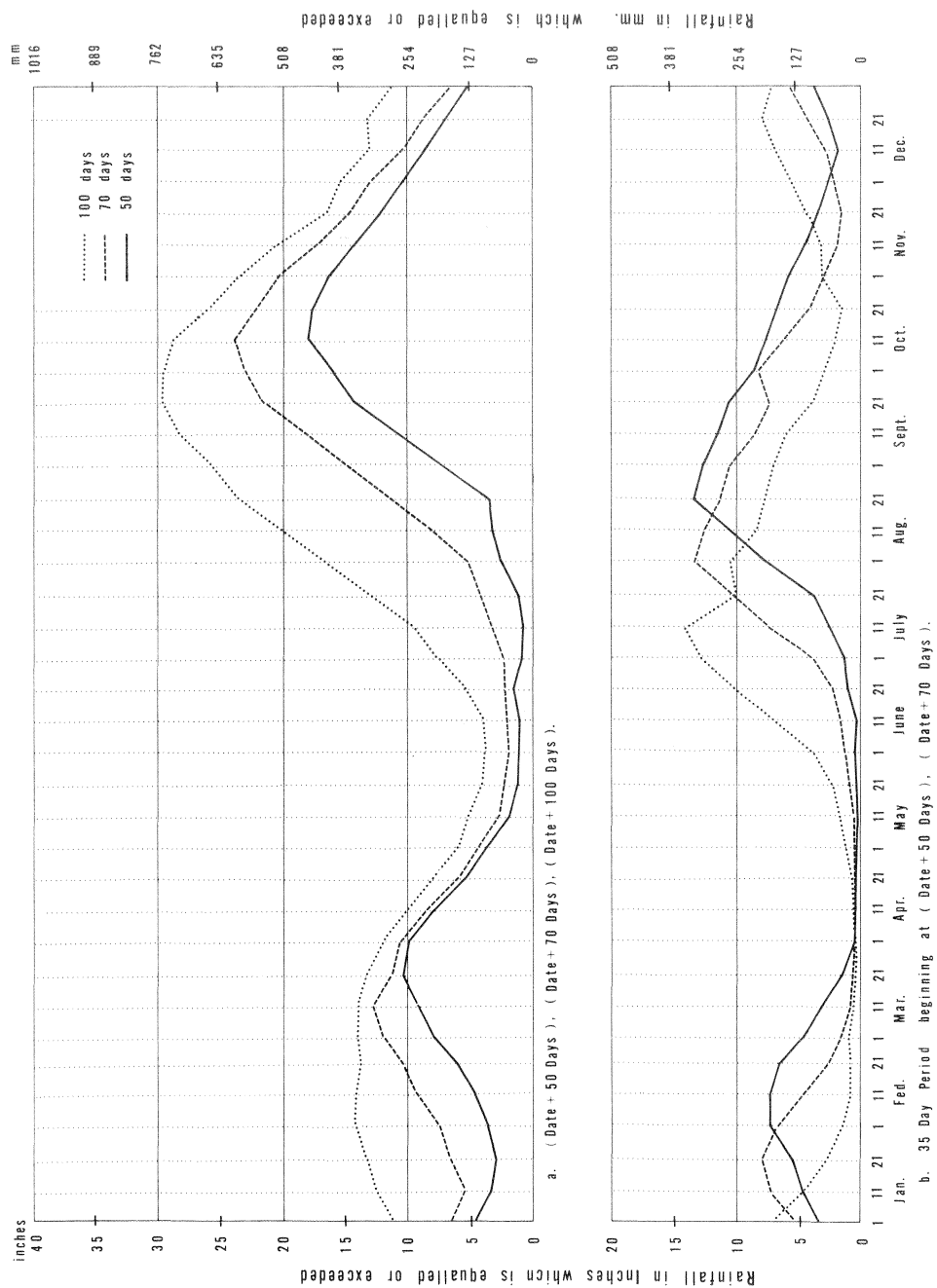


Fig. II • 3 50—Percentile values of rainfall for three selected periods. (Maha — Illuppallama)

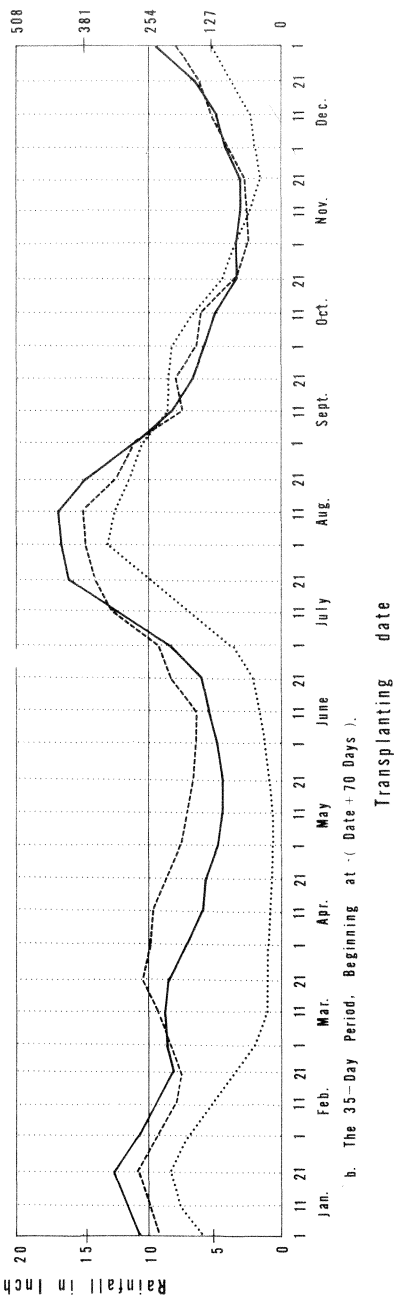
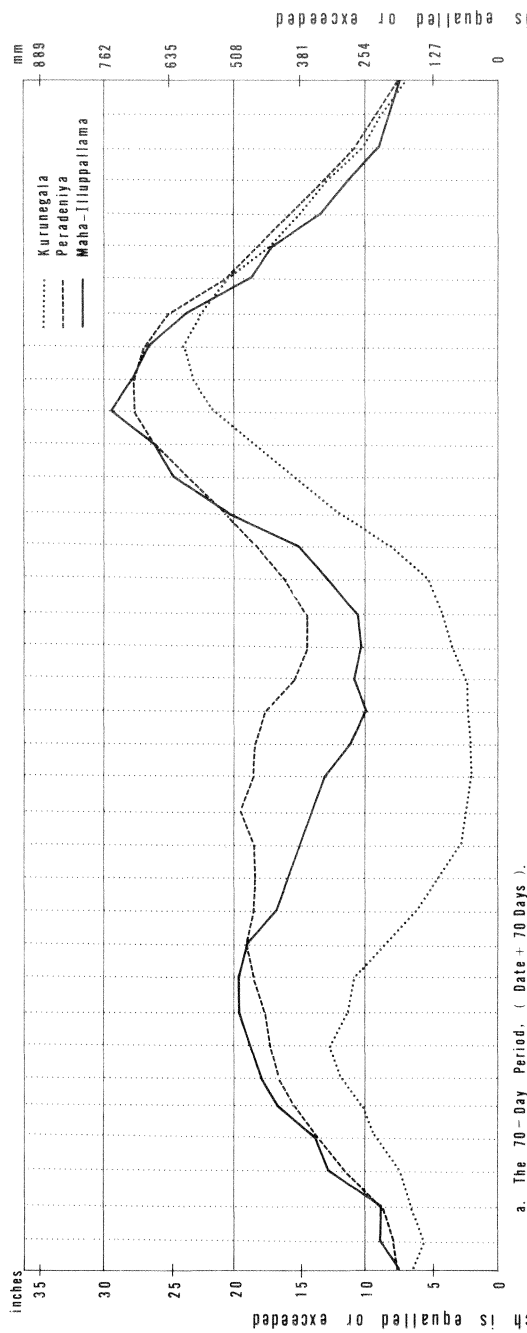


Fig I • 4 50-Percentile values of rainfall for three selected rainfall Stations.

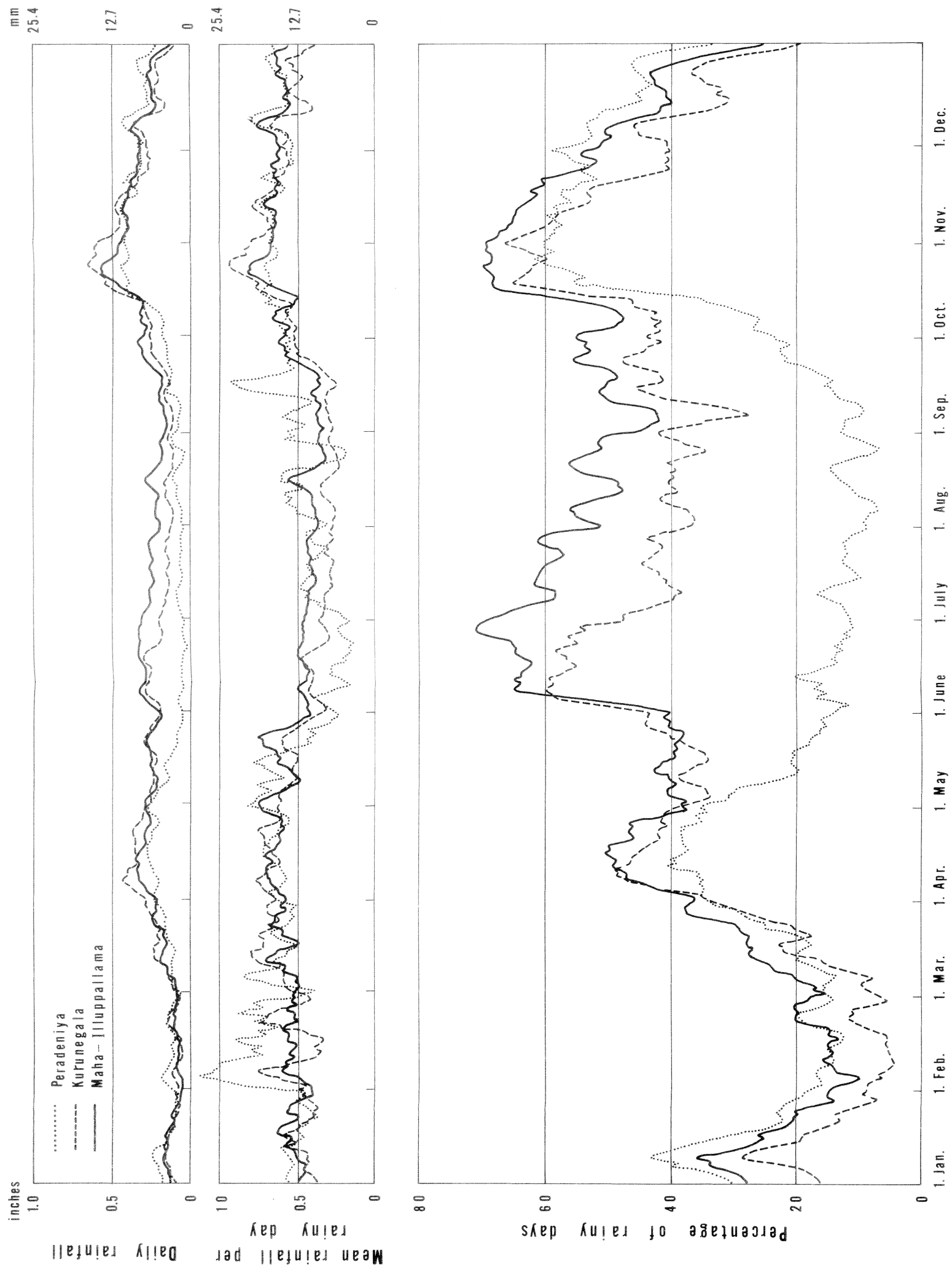


Fig. • 5 Mean rainfall and percentage of rainy days plotted as a five-point moving average.

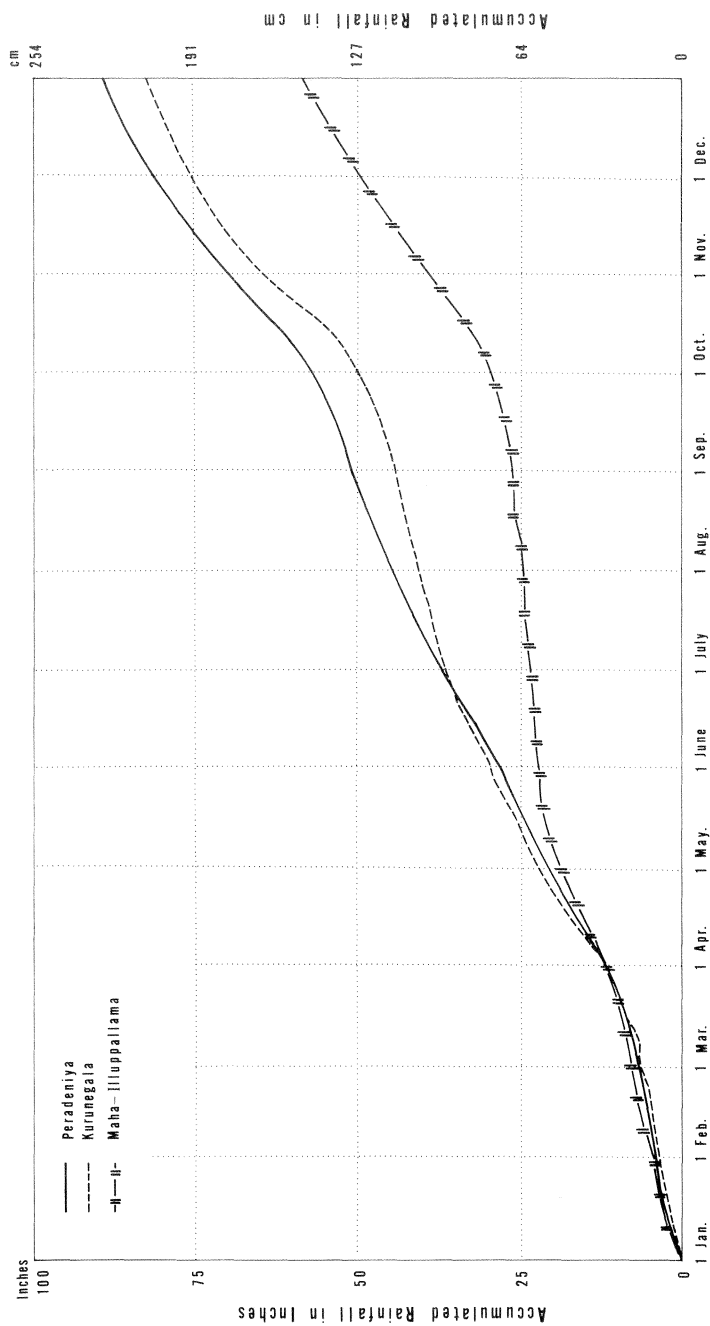


Fig. • 6 Average accumulated rainfall from January 1st, for three selected rainfall stations.

2 温度状態

はじめに

温度は作物の生長に大きな影響を与える最も重要な気候要因の一つであり、雨量とともに測定され、データが集められ、生育、収量と関係づけられる。

気象官署を除く一般の気象観測では、便宜上、日最高気温と日最低気温の平均値が一日の平均気温として使われることが多い。データを広く収集して気温の地域的分布をみる場合に、この最高・最低平均気温と気象官署の日平均気温をまぜて使えるかどうかは両者の差の程度にかかっている。そこでその比較観測を実施した。

次に、水稻の生育は、群落外の気温と根圏の温度の影響をともに受ける。群落外の気温は実際には直接生育状態にあまり関係しないが、後者は繁茂量と密接に関係することが知られている。そこで、熱帯圏での気温、根圏の温度状態、繁茂量との関係を観察した。

さらに、スリランカの気温の標高による温度低下の状況をも併せ調査した。これは高地の農業開発計画に対して必要な情報を提供すると考えられるからである。

1) 最高・最低平均気温と日平均気温との差

(1) 方法

バイメタル自記温度計をP、B、M点の百葉箱内で地上150cmの位置に設置し、最高・最低温度計とともに観測した。自記紙の記録をプランメーターによって3～5回読み取り、日平均気温を算出した。

(2) 結果と考察

自記紙から算出した日平均値を“真(平均)値”，最高・最低平均値を“慣行(平均)値”と呼ぶことにする。両値の比較を第Ⅱ・7図に示す。

3地点とも慣行値は常に真値より高く、日本の場合と同様の傾向を示した(羽生, 1962)。観測期間の両者の平均差はM点で最も大きく、 1.10°C を示し、B、P点でそれぞれ 0.81°C 、 0.78°C であった。

この差の季節的変動はP点で最も大きく(S. D. = 0.24°C , C. V. = 30.8%)*, B点で 0.20°C 2.47% , M点で 0.17°C , 1.55% ,であった。差は一般に1月に最小であった。

慣行平均値は、それが真の平均値に近似するという仮定によって用いられている。日変化曲線がsineかcosine曲線に従う場合には両者は一致するが、慣行値が真値より高いことは、日変化曲線がsine曲線よりも平均値上でやせ、平均値下で丸味を持つことを意味する。

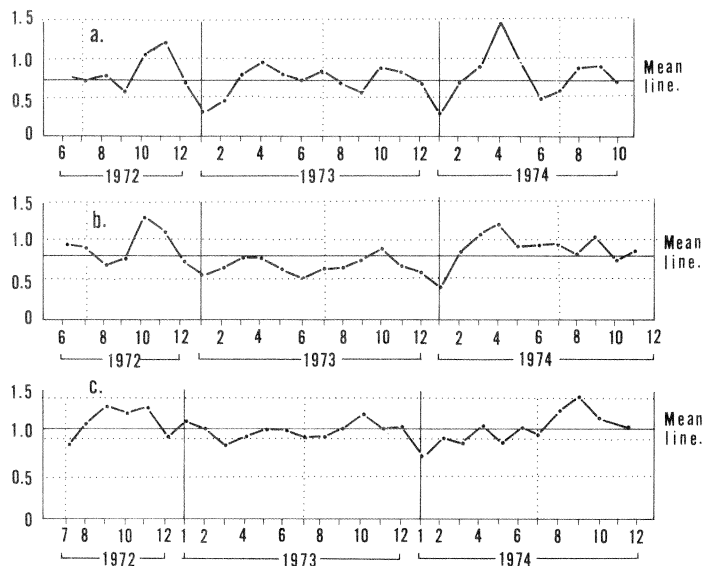
この観測ではバイメタル温度計を使用した。標準のガラス水銀温度計に比べると、感部の熱容量が大きいことから、最高値がやや低く、最低値がやや高く出やすい。したがって、もしガラス温

* S. D. : 標準偏差, C. V. : 変動係数

度計を用いた日平均値と比較するならば、その差はもっと大きくなるであろう。

(3) 要約

- (i) バイメタル自記温度計の記録をプランメータで読み取った日平均気温と、最高・最低平均気温（慣行平均値）との差を求め、地点間の平均差と差の季節変動を調べた。
- (ii) 慣行平均値は真平均値より常に高く、その差はM、B、Pの順に前者が大きかった。
- (iii) 差の季節変動を標準偏差と変動係数で比較した結果、変動の大きさはP・B・Mの順であった。



- a. Peradeniya, θ_m : 0.78°C , S. D.: 0.24°C , C. V.: 30.8%
- b. Bathalagoda, θ_m : 0.81°C , S. D.: 0.20°C , C. V.: 24.7%
- c. Maha-Illupplama, θ_m : 1.10°C , S. D.: 0.17°C , C. V.: 15.5%

Fig. 7 Seasonal variation of difference between the mean temperature (θ_m) of daily maximum and daily minimum, and the daily mean temperature (θ_o) measured by planimeter.

2) 水稻群落内水、地温の垂直分布観測例

(1) 方法

3地点の水田に隣接した百葉箱内にバイメタル自記温度計を設置した。水面から1.5cm下の水温と地温（地表から0, 5, 10, 20cm深）をブルドン管式隔測自記温度計で測定した。これらの自記紙から毎日の最高・最低温度を読み取り、平均値と日較差を求めた。日射量はモル・ゴルチンスキー日射計によって測定した。

水稻（品種：BG 34-6）は20×20cm間隔で、1975年5月28日に移植した。葉面積は自動葉面積計によって測定した。

(2) 結果と考察

栽培期間の気温、水温、地温の日の経過（最高温度）を第Ⅱ・8図に示す。一般に、温度の日変化において温度の上昇は気温が最も早く、水温・地表温がこれにつき、5・10・20cm深地温の順序で遅くなる。

作物の生長によって葉面積指数（LAI）が増加すると、最初十分に水面に到達していた日射が次第に茎葉に遮断されて減少し、根圏の温度の垂直分布に変化を与える。その様子を第Ⅱ・9図に示す。

a. 最高温度の垂直分布の変化

LAIが小さい生育初期には、水と地表面の日射受熱により水・地温の最高温度の垂直分布は受熱型を示し、水温・地表温が高く、地中へ向かって減少している。この時期には気温は一般に変わりやすいが、水温、地表温を越えることはない。

作物が生長し、LAIが3.0（日射透過率約40%）より増加すると、気温は水温、地表温より高くなる。そして、10、20cm地温はときどき0、5cm地温を越える。この時期は、温度の垂直分布は混合型となる。水層と5cm深までの土層の温度分布は受熱型を示し、5cm以下では放熱型を示す。したがって、5cm深の層は垂直分布の分岐層と考えられる。作物が成熟期になり、LAIが再び減少すると、垂直断面は受熱型にもどる。

b. 最低温度の垂直分布の変化

最低温度の垂直分布は気温を除いて、最高温度のそれとほとんど反対である。すなわち、深い層ほど高い温度を示す。そして一般に気温は水温、地温より低かった。この分布は放熱型と呼ばれる。栽培期間を通しての変化は最高温度と比較して小さい。

c. 平均温度の垂直分布の変化

最高、最低温度の変化の結果として、平均温度は複雑な分布を描いた。LAIが小さいとき、一般に水温と地表温が高く、気温は低い。LAIが3.0を越えるとこれらの差は小さくなり、変化もまた小さくなった。

d. 日較差の垂直分布の変化

LAIが3.0より小さいと、水温、地表温の日較差は10、20cmのそれより大きかった。LAIが3.0を越えると、順序は逆になった。すなわち、空気>水>地表>5cm>10cm>20cm>地温の順であり、この傾向は最高温度のそれと同様である。

生育期間を通しての温度の垂直変化は二つの大きな要因によって起こる。すなわち、一つは日射—遮蔽関係であり、他の一つは昼夜の放射の受熱、放熱である。これらが気、水、地層の重なる群落内で温度の垂直分布を形成する。群落外の気温はかくして、LAIや群落内の水、地温、さらに群落内気温とは相関しない。

(3) 要約

(i)最高温度の垂直分布はLAIが3.0より小さいとき受熱型を示し、3.0より大きいとき受熱型（水～5cm深）と放熱型（5～20cm深）の混合型を示した。

(ii)最低温度の垂直分布はほとんど放熱型であった。

(iii)最高、最低平均温度の垂直分布は複雑であった。

(iv)温度日較差の垂直分布は最高温度の場合と類似した。

(v)群落外の気温はLAIや群落内の気、水、地温と相関しない。

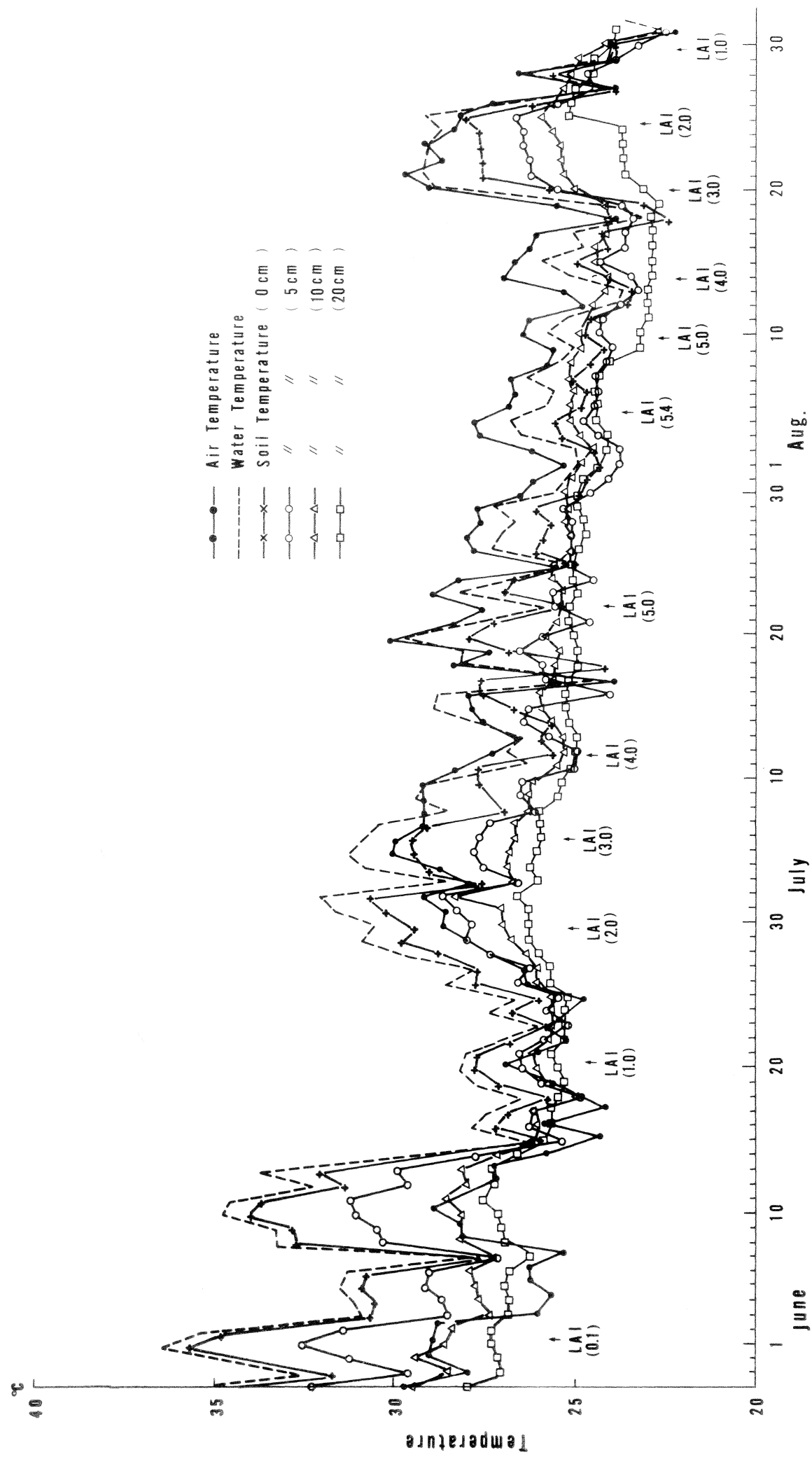


Fig. II • 8 The variation of maximum temperature during a cultivation period (Pera deniya).
variety : BG-34-6

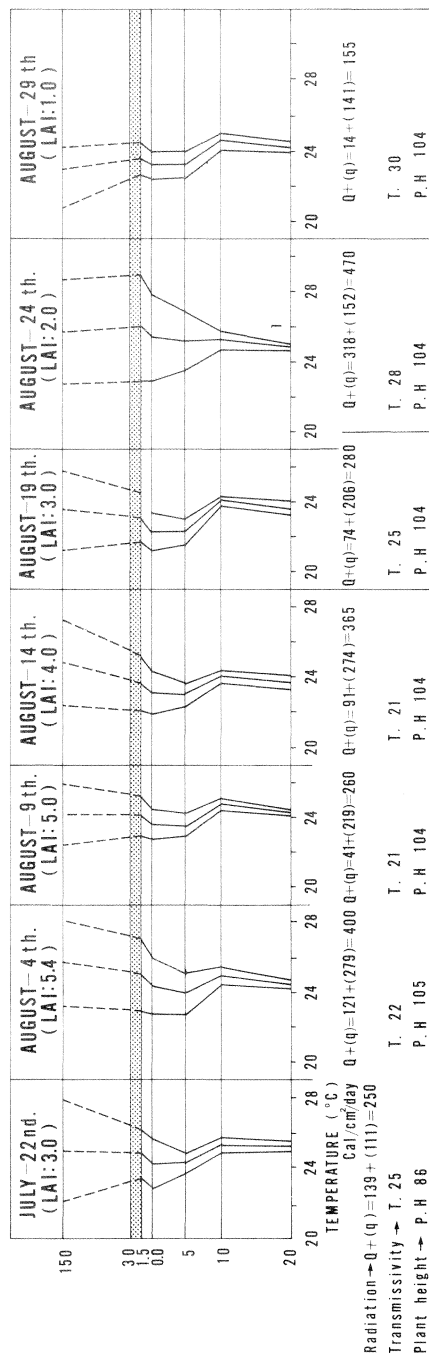
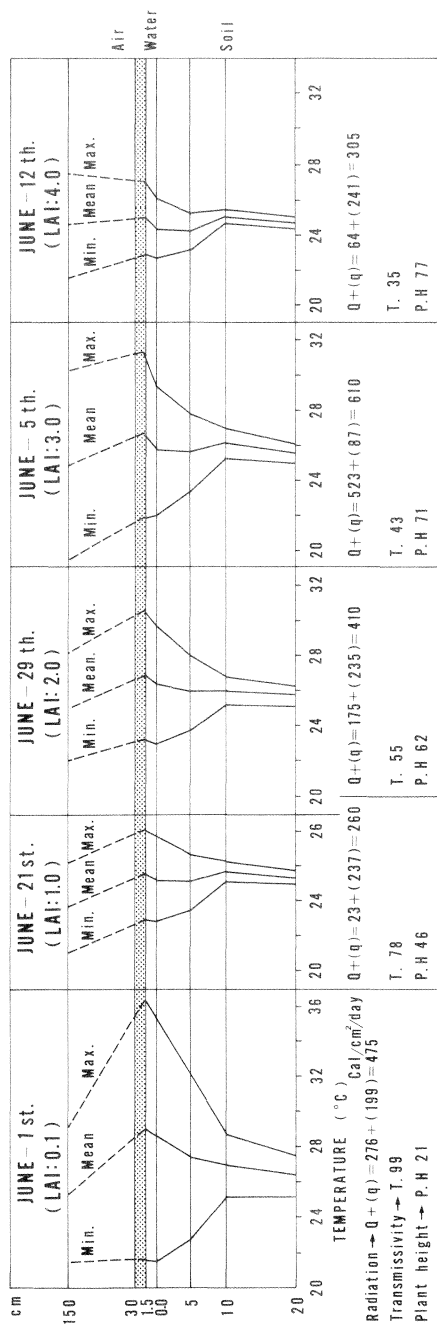


Fig. II • 9 Vertical temperature profile of a rice crop at different growth stages

classified by Leaf Area Index. (Period : June 1st. August 29th. 1975)

3) 気温の標高による変化

(1) 方法

バイメタル自記温度計（週巻）を次の5地点の百葉箱内で150cmの高さに設置し、1974年6月から12月まで観測した。ただし、すべての地点について連続記録をとることが困難であったので、各月の各旬から選んだ5日間の平均値を求めた。5日間の平均値の総数は各地点20個であり、それをさらに平均して、最高気温、最低気温、同平均気温別に標高との回帰式を最小自乗法により求めた。

地 点 名	標 高	緯 度	経 度	備 考
Nuwara Eliya	1,895 m	6°58'	80°46'	測 候 所
Ramboda	1,295	7°03'	80°43'	茶 園
Pussellawa	966	7°06'	80°38'	水稻試験場
Peradeniya	457	7°17'	80°36'	中央農業研究所
Pasyala	47	7°08'	80°08'	国営農場

上の5地点はすべて島の西側斜面に位置しており、緯度、経度差も小さく、これによる温度への影響は無視できる。

(2) 結果と考察

標高と最高、最低、平均温度との関係を第Ⅱ・10図に示す。回帰式によれば、標高100m当りの気温減率は最高、平均、最低気温でそれぞれ0.64、0.54、0.36℃となっており、これらの値は温帯地方で得られている値とほぼ一致している。

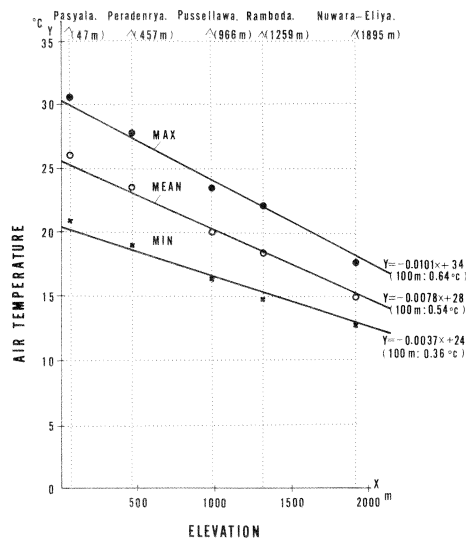


Fig. 11-10 Maximum, minimum and mean air temperature variation with elevation.

この調査は観測数が不足で、気候値としてのデータにはならないが、気温減率としては妥当な値であるから、開発計画のデータとして使用できるであろう。また標高による温度差を利用して、次のような研究が実施できる：——作物の温度反応、花芽形成の刺激、苗や種子の温度反応、等。

3. 日射状態

はじめに

日射は作物の生存や生長にとって必要欠くべからざるものであり、気温、降雨その他の気象要素とともにその実態を知り、それを十分に栽培技術に利用することが大切である。しかし、日射データは他の気象データに比べて極めて乏しい。これは日射計の価格と精度、測器の維持や読み取りの困難さなどに原因している。

これに対して、日照時数は測器の価格が比較的安価で取り扱いが簡便であるため、広く使用されている。そこで、日射量の地域的、季節的分布の推定の基礎として、日射量と日照時数との定量的関係を求めるため実験を行った。一方これと平行して、3種の日射計の比較観測を行い、スリランカで一般に使用するのに好適な測器の選定を試みた。さらに、全天日射の成分である直達日射と散乱日射の観測を行い、その季節的变化の実態を知ろうとした。

これらの一連の日射観測は、スリランカの日射環境の地域的、季節的分布を評価し、その知見を稲作技術に導入するための、わずかではあるが端緒になるだろう。

1) 日射量と日照時数との関係

(1) 方法

日射量はロビッチ自記日射計、日照時数はカンベル・ストークス日照計で測定した。このうちM点の日照時数は測候所の好意によるものである。解析にはM点の1973年のデータとP点の1975年のデータを使用した。

(2) 結果と考察

P点における1年間の毎日の日射量と日照時数の関係を第Ⅱ・11図に示す。相関係数は0.832 ($n = 352$)で極めて高く、回帰式は $Y = 23.8 \bar{X} + 185.2$ であった。M点も0.797 ($n = 276$)、 $Y = 23.8 \bar{X} + 185.4$ で、P点と等しかった。別の地点の、異なる年次での結果が一致したことは興味あることである。この図をみると、個々の点のばらつきは大きく、回帰式を用いて一方から他方を推定しても、精度はよくない。月別の相関図についても同様であった。

月別の相関係数の年変化をみると、第Ⅱ・12図に示すように、P点では10、11月、M点では3、4、7、8月が低く、P点に比べてM点の変動が大きかった。この原因は測器の原理の相違と雲状態によるものと思われる。

日照計は直達日射によって記録されるが、日射計は直達日射と散乱日射の両方によって記録される。雲が太陽を覆い、直達日射を遮っても、散乱日射は雲や青空から放射し、日射計に記録される。

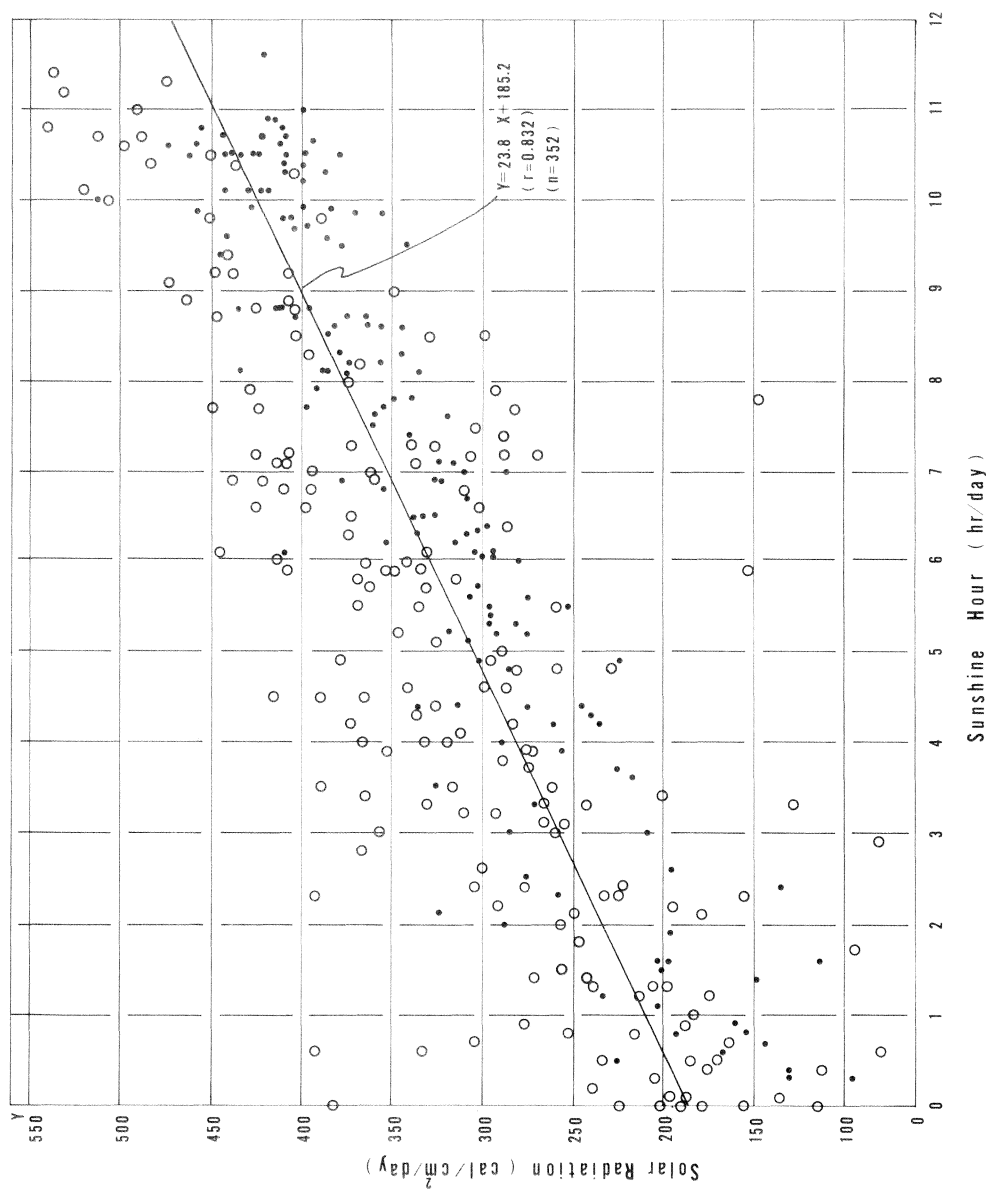


Fig. II • 11 Correlation between solar radiation and sunshine hours in 1975.

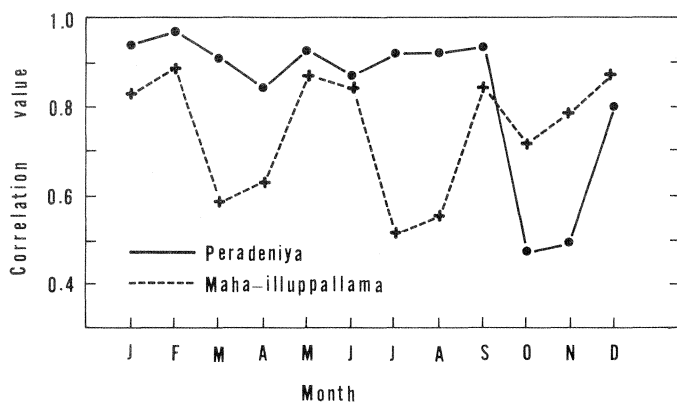
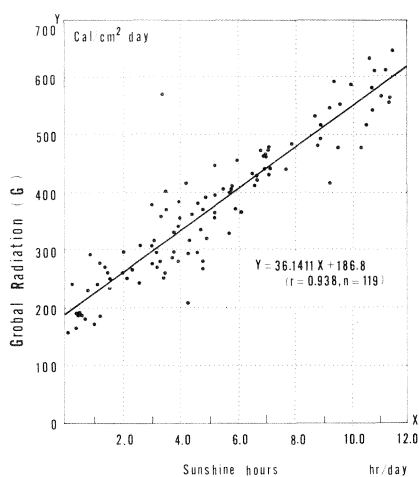


Fig. II-12 Monthly mean of correlation coefficient between solar radiation and duration of sunshine.

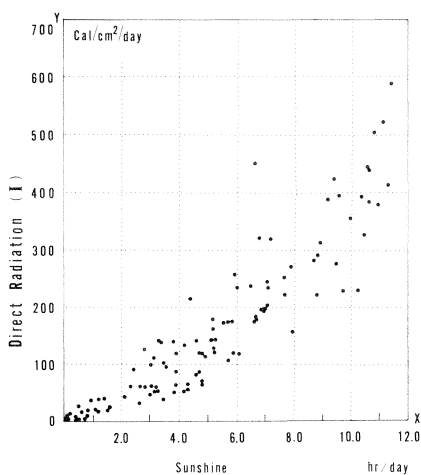


a. Global radiation

$Y = G = \text{Moll-Gorzysky type}$

$X = \text{Sunshine hours Campbell-Stokes type}$

$(00^{\circ} 09' < 14^{\circ} - 1 < 16^{\circ} 09')$



b. Direct radiation

$Y = I = G - D$ ($D = \text{NOSHI-DENSHI Type}$)

$X = \text{Sunshine hours = Campbell-Stokes type}$

$(00^{\circ} 09' < 14^{\circ} - 1 < 16^{\circ} 09')$

Fig. II-13 Correlation between solar radiation and sunshine hour.

第Ⅱ・13図bは直達日射量と日照時数との関係を示すもので、日照時数が0となると日射量も0となっている。a図は全天日射（直達+散乱）と日照時数との関係で、日照時数が0のとき約185cal/cm²/dayあり、これが散乱放射に相当する。b図の点のばらつきは、太陽高度、水蒸気量、エアロゾルなどの変化による。

第Ⅱ・14図は、第Ⅱ・11図の日照時数各1時間内の各点の平均値とその変動を示す。両地点の相関係数・回帰式がほぼ等しいので、平均値もほぼ等しい。標準偏差はP点の方がM点より2～6時間の間でやや大きく、変動係数も同様であった。両地点を合わせると、標準偏差は0～1時間でやや大きく、それ以上ではあまり変化しない。したがって、変動係数は0～1時間が40%で最も大きく、日照時数の増大とともに一般に低くなっていく。

直達日射と散乱日射との関係については次の実験で述べる。

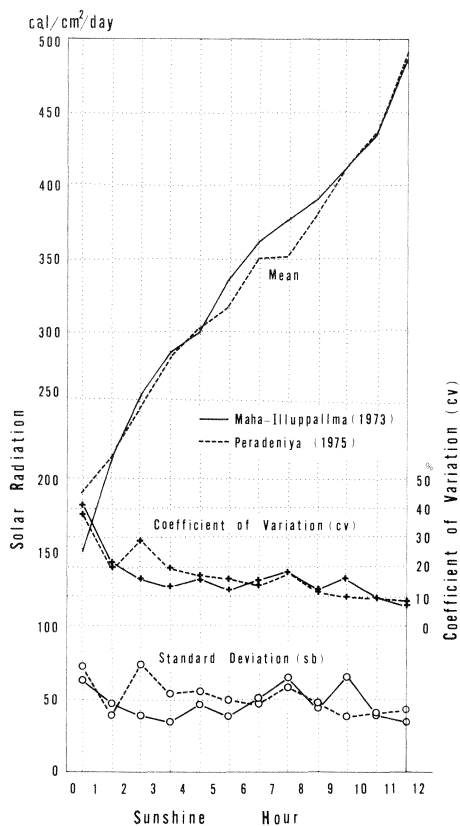


Fig. II・14 Values of MEAN, C.V. and S.D. of solar radiation correspond to classified sunshine hour.

(3) 要約

(i)日照時数から日射量を推定するため、P点とM点で各1カ年実験を行った。

(ii)日別値について両者の相関は高く、両地点で年次が異なったにもかかわらず回帰式は等しかった。しかし、一方から他方を推定する精度は良くない。

(iii)日照各1時間の平均日射量とその変動を求めた。

(iv)日照時数、日射量の変動は測器の測定原理と雲状態の相違による。

2) 直達、散乱日射状態

(1) 方法

全天日射は、前述のように直達日射と散乱日射の和である。日射計は全天日射を測定するが、太陽の軌道をベルト状板で遮蔽すると散乱日射が測定でき、両者の差から直達日射が求められる。

この実験では全天日射をモル・ゴルチンスキー型日射計で、散乱日射を農試電試型日射計で測定した。測定はPeradeniyaで1975年5月28日、二つの品種(BG34-6, BG90-2)の移植日から栽培期間中継続した。

(2) 結果と考察

測定期間中の日別日射成分の経過を第Ⅱ・15図に示す。図中には2品種の出穂期、収穫日及び雨の有無が示してある。

この図をみると、散乱日射は生育期間を通じて平均約200ly/day ($ly = cal/cm^2$)を示し、150~260ly/dayの範囲に多く分布しており、直達日射は日々の変動が大きい。両者の関係を図示すると、第Ⅱ・16図のように、直達日射(I)と散乱日射(D)が等しい線、 $I = D$ lineより上では I/D が高く、D日射は250ly/day以下に減少し、I日射が大きくなり、全天日射が増大する。 $I = D$ line以下では I/D は小さくなり、I日射は250ly/day以下に減少し、D日射は200~280ly/dayとなる。I日射が30ly/day以下になると、D日射も減少する。またG日射が500ly/dayを越えると I/D は大きく、400ly/dayより低いと I/D は小さい。

両品種の栽培全期間の日射成分の平均値と変動を第Ⅱ・1表に、生長期間と登熟期間の両成分が1:1より大きい場合と小さい場合の出現割合を第Ⅱ・2表に示す。

Table Ⅲ・1 Statistical analysis of G, I and D-radiation
($cal/cm^2/day$) during a season at Peradeniya.

		G-radiation	I-radiation	D-radiation	Sunshine Hour
BG 34-6 n = 95	Mean	356.5 (100%)	148.8 (42%)	207.7 (58%)	4.8
	S. D.	123.1	133.9	47.0	3.2
	C. V.	34.5%	90.0%	22.6%	65.5%
BG 90-2 n = 119	Mean	371.5 (100%)	162.8 (44%)	208.7 (56%)	5.1
	S. D.	125.0	138.5	47.8	3.2
	C. V.	33.6%	85.1%	22.9%	63.5%

Table II・2 Ratio of direct and diffused radiation during growing period.

Variety	Period	Number of days	Percentage of rainy days	I > D	I < D
BG 34-6	Transplanting to heading	61 (35)	57.4%	27.9%	72.1%
	Heading to harvesting	34 (28)	82.4	15.2	84.8
	Total	95 (63)	66.3	23.4	76.6
BG 90-2	Transplanting to heading	81 (53)	65.4	22.2	77.8
	Heading to harvesting	38 (20)	52.6	37.8	62.2
	Total	119 (73)	61.3	28.0	72.0

(*) (): Number of rainy days

第Ⅱ-1表をみると、栽培全期間の直達日射と散乱日射の割合はBG 34-6で42%と58%、BG 90-2で44%、56%あり、散乱日射の方がやや多く、その変動は直達日射の方がはるかに大きい。

次に、直達日射が散乱日射より多い割合と少ない割合は、第Ⅱ・2表に示すように生育時期や暦日によって変化しており、I > Dの場合が20~30%、I < Dが80~70%程度である。その割合は雨日率と関係しており、雨日率が高いとI < Dの割合が多くなっている。

以上のように直達日射の変動が大きいことは大気状態の変化に対応しており、作物の熱状態（葉温など）や蒸発散に大きな影響を及ぼし、その生理的反応に関係するであろう。大気状態は①太陽高度、②水蒸気量とエアロゾル、③雲によって表わされる。スリランカのように常に太陽高度の高い熱帯地域では、特に雲が直達日射、ひいては全日射に影響する。

一般に、熱帯の稲作季節は灌漑水が利用できる所を除いて、水を得るために曇雨季と一致する。雨期に栽培される作物は、エネルギー源として直達日射より散乱日射をより多く受けるだろう。したがって、乾季・雨季栽培における生育・収量の違いを明らかにするには、直達・散乱日射状態を明確にすることが重要である。この観測では、散乱日射が雨季の作物生長にとって安定した、非直接的エネルギー源であることがわかった。このような観測は温帯と関連づけて比較し、検討されるべきである。

(3) 要約

(i) Peradeniyaで、1975年に2品種の栽培期間に、直達日射、散乱日射および全日射を観測した。

(ii) 散乱日射の変動は小さく、平均200 ly/day程度であった。

(iii) 直達日射は雲によって変動が大きく、全日射が500 ly/dayを越えると、その50%以上を占めるようになる。

(iv) 栽培期間を平均すると散乱日射の割合がやや多かった。散乱日射と直達日射の割合は雨日率と

密接な関係が認められた。

(V)雨期を利用する稲作では、散乱日射が作物の生長にとって安定したエネルギー源である。

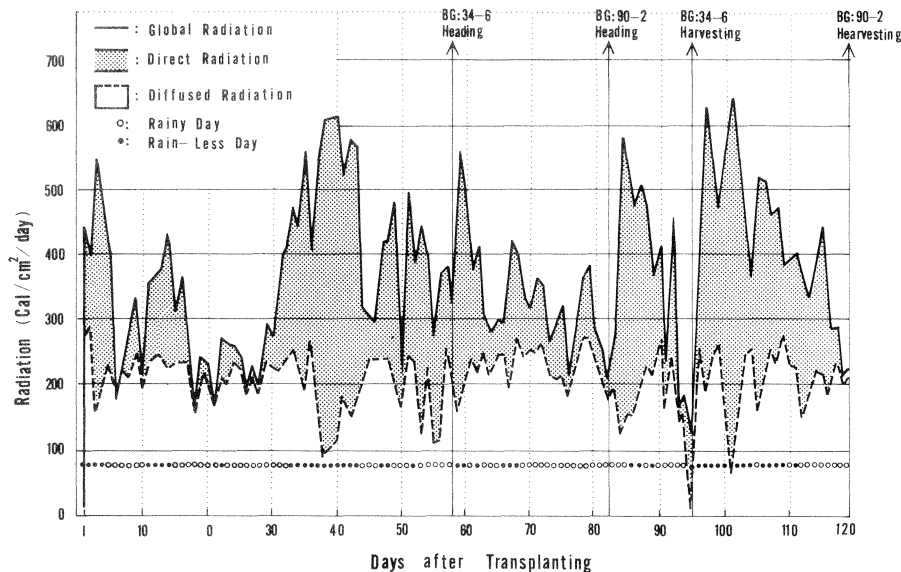


Fig. II-15 Daily Values of direct, diffused and global radiation ($\text{Cal}/\text{cm}^2/\text{day}$) during a cultivation period.

3) 日射計の比較

(1) 方法

スリランカの農業現場での日射観測に好適な測器を選定するため、次の日射計の比較観測を行った。

- i) モル・ゴルチンスキー型日射計
- ii) ロビッチ自記日射計
- iii) ガン・ベラニ型積算日射計 (I型とL型)

日射計は露場150cm高に設置した。ただし、ベラニL型は草上に設置した。モル・ゴルチンスキー型日射計の記録は自動葉面積計により、ロビッチ日射計の記録はプランメータにより計測した。

この実験は1975年6月20日から10月17日まで行った。その時の緯度(φ)と太陽赤緯(δ)との差の絶対値は $0^{\circ}9'$ から $16^{\circ}9'$ まで変化した。

(2) 結果と考察

モル・ゴルチンスキー型日射計を基準にして、各日射計と比較した。その結果標準器とガン・ベラニI型との相関が最も高かった。ロビッチ日射計との相関も高かったが、点の散らばりがやや大きかった。ガン・ベラニL型の相関はこれらの中間の値を示した。

測器の精度を維持し、取扱いの容易さ、電源、価格等を考慮すると、ガン・ベラニ積算日射計のI型が使用に好適であると思われた。

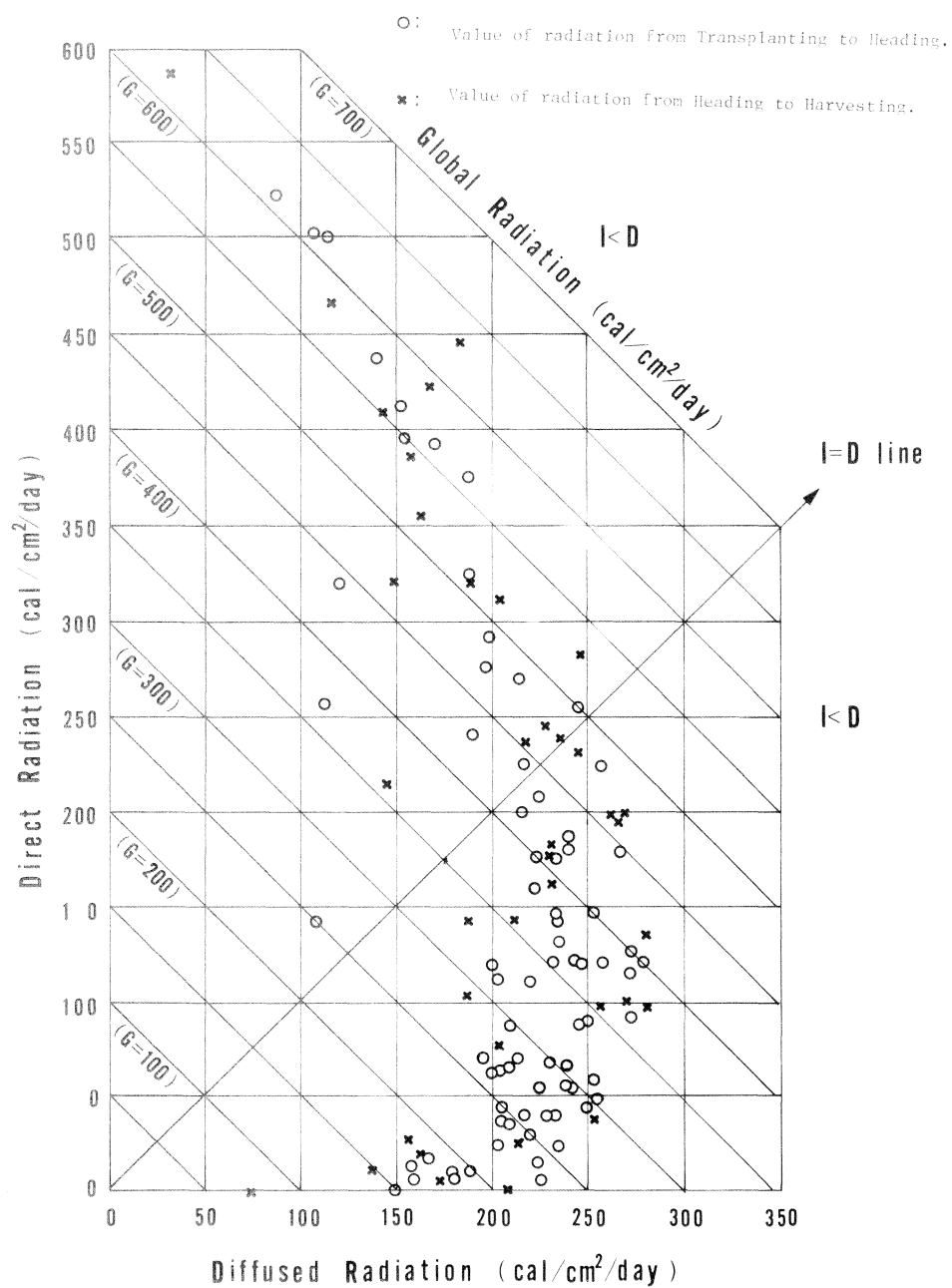


Fig. II-16 Relation among direct, diffused and global radiation.
 (Variety : BG 90-2)

4. 風速

はじめに

風は熱と水分のおもな運搬者である。特に乾いた天候下では多量の水が水、地面と植物から蒸発散する。ときどき、風は倒伏や葉の破損のような物理的損傷を作物に与える。このように風は農業にとって重要な気候要素の一つである。

(1) 方法

3杯型風速記録計が1972年6月にP、B、Mの圃場中央、150cmの高さに設置され、1974年末近くまで連続的に記録された。自記紙から1時間ごとの平均風速が計算された。

(2) 結果と考察

風速の日変化と年変化を第Ⅱ・17、Ⅱ・20図に示す。

a. 日変化

一般に、3地点とも風速は日出後の午前7～9時頃から強まり、午後1～3時頃に最大値に達する。その後、徐々に減少し、午後8時頃に一日の最低値になり、翌朝日出前まで大体一定して続く。

この風速の日変化型は気温のそれと平行的である。昼夜間の風速の差は、乾天が卓越する1月から3月の期間に最大であることは注目すべきである。

b. 年変化

月平均風速の季節的变化をみると、南西季節風の卓越する5～9月が各地点とも強い。この湿気が多い風は南西部に雨をもたらし、中央山地を越えた風は島の北中央部と北東部で非常に乾燥して強く吹く。風が強いときはフェーンとなる。Maha季の風速は3地点ともそう大きくない。

B点の風速は他の2点に比べて弱かった。これは周りのココナツ林や丘陵地形のような局地的状態に起因している。

風速の年変化はモンスーンのような大規模現象や、対流性のメソスケールの現象によって起こる。5～9月の乾燥した強風は、もし北中央部でこの時期に灌漑が行われるならば、蒸発散による大きな水の損失をもたらすであろう。また強い熱風は作物の倒伏や不稔のような物理的、生理的損傷をきたすことがあるであろう。

風速の日変化の情報は農業等の散布時刻を決めるのに、また季節変化は適当な灌漑時期、ひいては栽培時期を決めるのに役立つであろう。

(3) 要約

(i) P、B、Mの3地点で、2年半にわたり風速を観測した。

(ii) 風速の日変化は、日出前に最低で、太陽高度とともに増加し、午後1～3時頃最大に達し、午後8時頃から日出前まで弱い状態が続く。

(iii) 風速の年変化は、南西モンスーンが卓越する5～9月に各地とも最も強く、M点では乾燥し、フェーンが発生する。

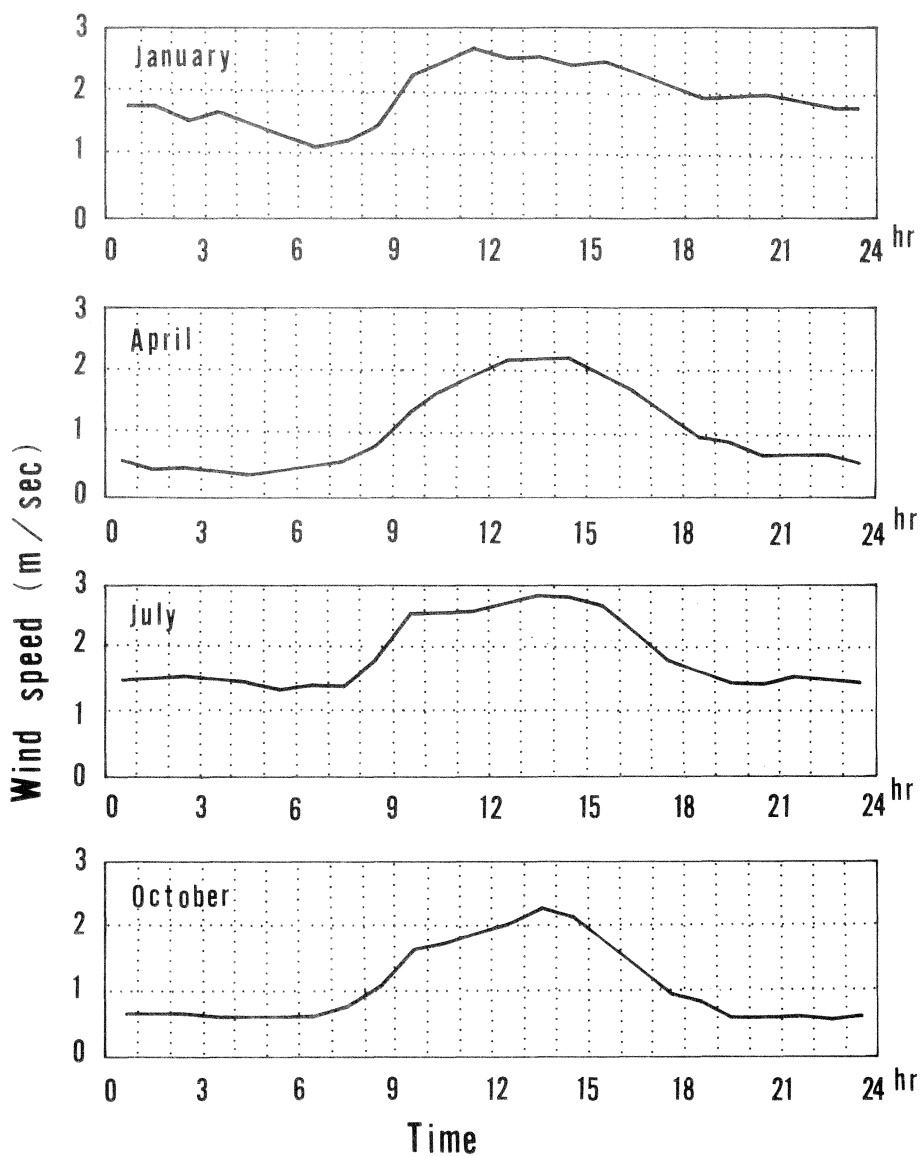


Fig. II-17 Diurnal pattern of monthly mean of mean wind speed per hour for some months in 1973 (Peradeniya).

5. 総合考察

この調査に用いたスリランカの3地点の気候データを日本の3地点と比較し、スリランカの気候の特徴を把握することを試みる。これらの地点の地理的位置を下表に示す。

地 点	緯 度	経 度	標高	備 考
札幌	N 43° 03'	E 141° 20'	17 m	気象台 日本
東京	N 35° 41'	E 139° 46'	7	" "
鹿児島	N 31° 34'	E 130° 33'	5	" "
Maha-Illuppallama	N 8° 7'	E 80° 28'	138	" スリランカ
Kurunegala	N 7° 28'	E 80° 22'	122	" "
Peradeniya	N 7° 16'	E 80° 36'	488	植物園 "

1) 気温

作物の生長や収量が論議されるとき、常に考慮される第一の気候要因は温度条件であろう。第Ⅱ・21 図は上記6地点の月平均気温の年変化を比較したものである。一般に月平均気温15℃は経済的稲作を行うための低温限界と考えられる。月平均気温15℃を越える期間は札幌、東京、鹿児島でそれぞれ、4、6、7カ月間である。日本のこれらの地点に比べてスリランカの3地点は、年を通じて15℃よりはるかに高い22℃以上の高温を保っており、温度に関する限り限定要因でなく、生長に極めて好都合である。

2) 降水量

生長に関与する第2の気候要因は灌漑水源としての降水条件である。各地点の降水量の年変化を比較してみると、第Ⅱ・22図に示すように、鹿児島が最も多く、年合計値は鹿児島2,433mm、K 2,001mm、P 1,950mm、東京1,503mm、札幌1,141mmの順となっており、年降水量の両国の差はない。しかし、日本の降水は、15℃以上の期間に多く分布しているのに対し、年間を通じ15℃以上のスリランカでは降雨の季節による変化が大きく、栽培可能期間（15℃以上の月）の平均降雨量で比べると、第Ⅱ・3表に示すように、日本の方がスリランカより2倍前後の降雨値となっている。降雨を貯水することなく直ちに用水とする場合には、スリランカでは降雨が栽培の限定要因となる。

第Ⅱ・3表 日本とスリランカの降雨比較

地 点 名	平均年降水量 (A)	栽培可能月数* (B)	A/B
札幌	1,141 mm	4 月	285 mm/月
東京	1,503	6	251
鹿児島	2,433	7	348
Maha-Illuppallama	1,396	12	116
Kurunegala	2,001	12	167
Peradeniya	1,950	12	163

*) 月平均気温15℃以上の月数

3) 日射

生長に關与する第3の氣候要因は日射に關係する要因である。快晴の場合の可能な日射量や日照時数あるいは可能日照時当りの可能日射強度は緯度別に与えられており、これを第Ⅱ・23図に示す。これらは理論的に計算された値であるけれども、快晴時の日射状態の特徴を示している。すなわち、スリランカが位置する $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ の緯度帯では、可能日射量や可能日照時数が高いレベルで年間の変動が小さく、可能日照時数当りの日射強度は年間を通して日本よりも大きい、同程度である。

4) スリランカの氣候の特徴

以上の各要素についての特徴をまとめると、次のように要約される。

- (i) 温度条件は年を通じて作物の生育に対し好都合である。
- (ii) 日射は豊富であり、年を通じて作物に利用できる。
- (iii) 可能日射量、可能日射時数の年変化が小さい。
- (iv) 快晴時の日射強度が大きい。
- (v) 作物の成長を制限する唯一の氣候要因は降雨である。

以上のような高温、強日射、強風は強い蒸発散を起こすので、天水に頼る稲作では言うまでもなく、灌漑稲作でも水の重要さは強調されすぎることはない。このように、水はスリランカにおける主な限定農業氣候資源である。

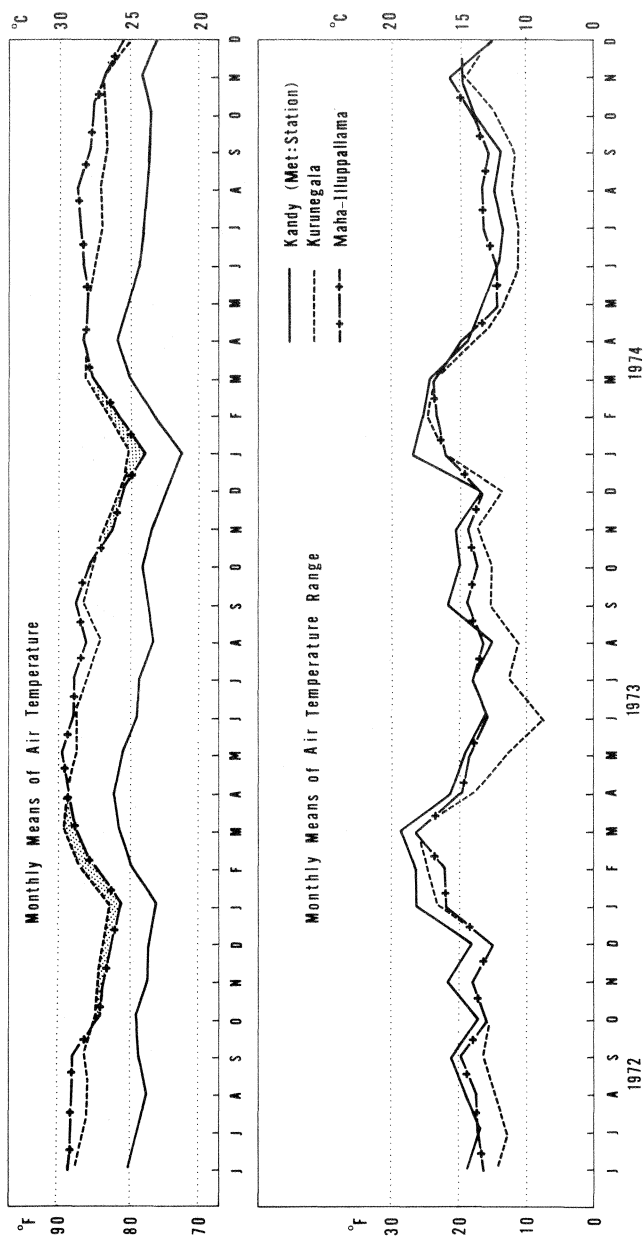


Fig. II-18 Seasonal variation of air temperatures.

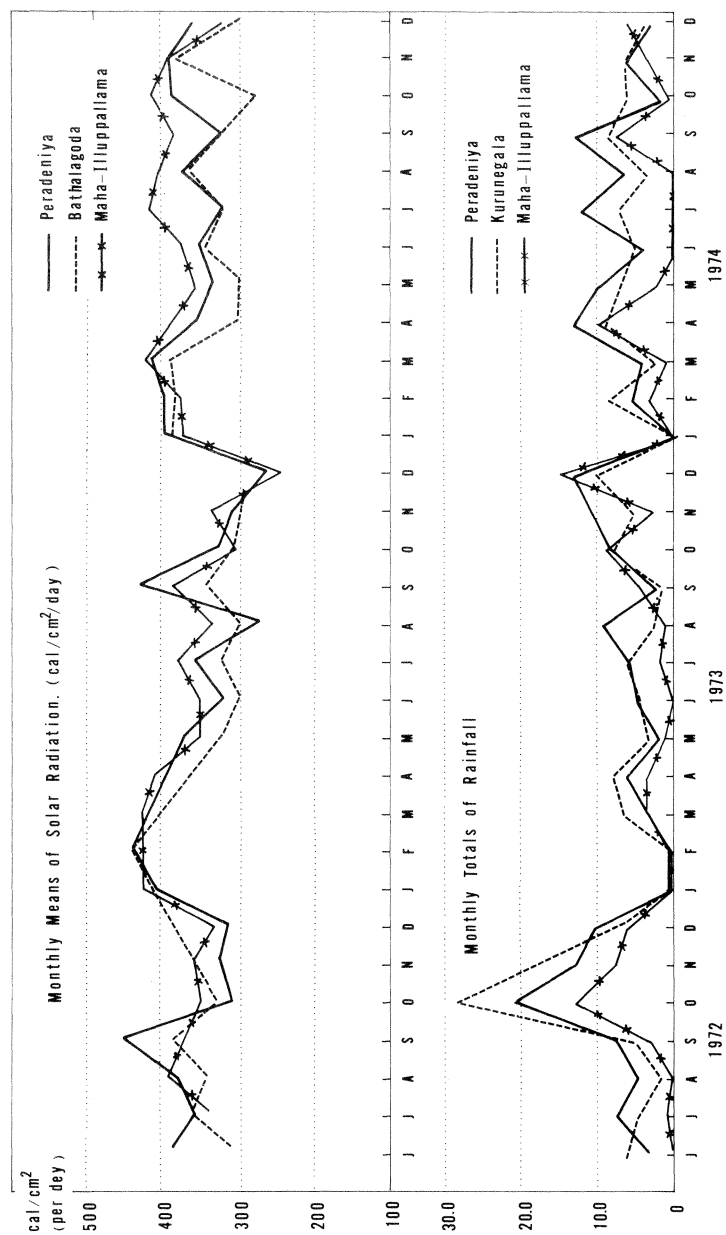


Fig. II • 19 Seasonal variation of solar radiation and rainfall.

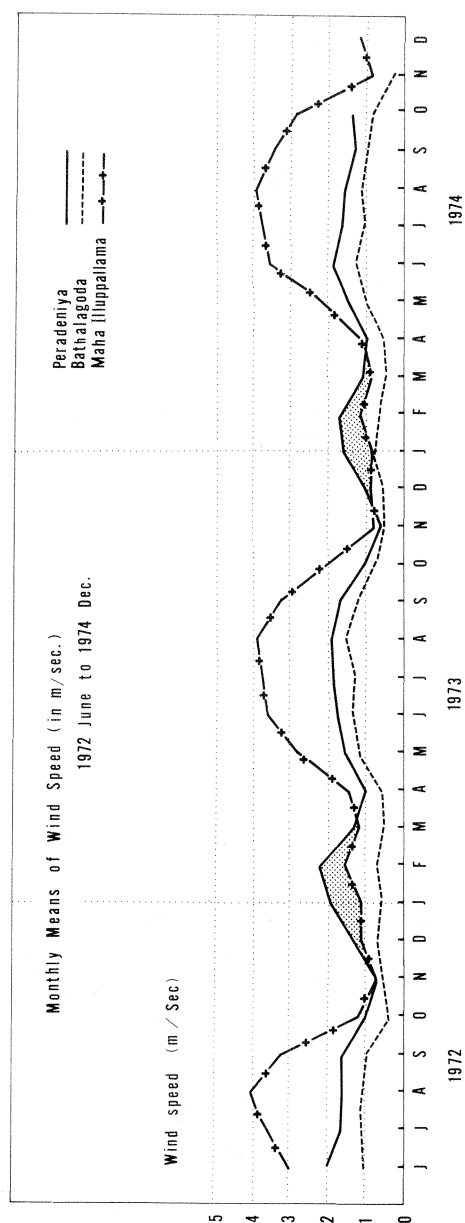


Fig. II-20 Monthly means of wind speed (in m/sec) from June 1972 to December 1974.

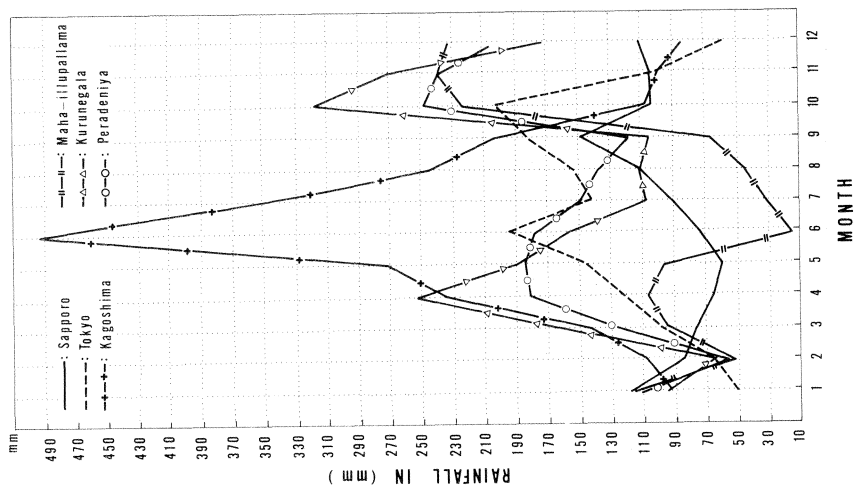


Fig. II • 22 Comparison of monthly mean precipitations of specified locations .

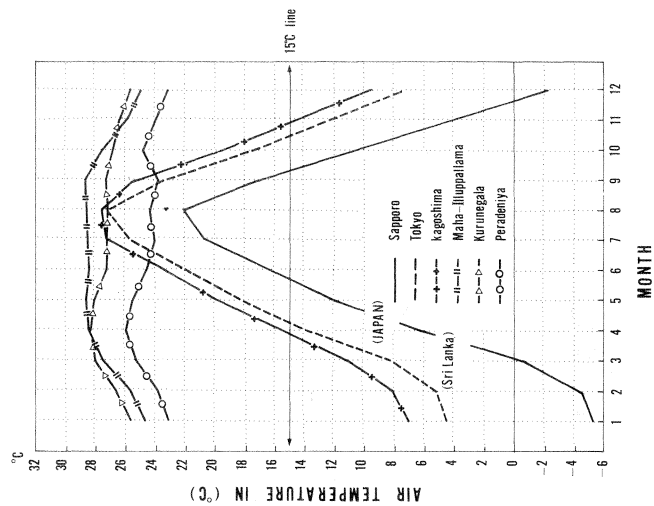
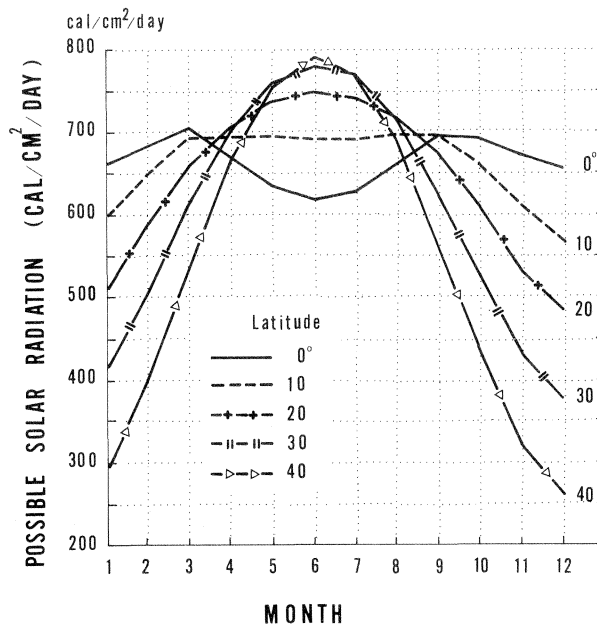
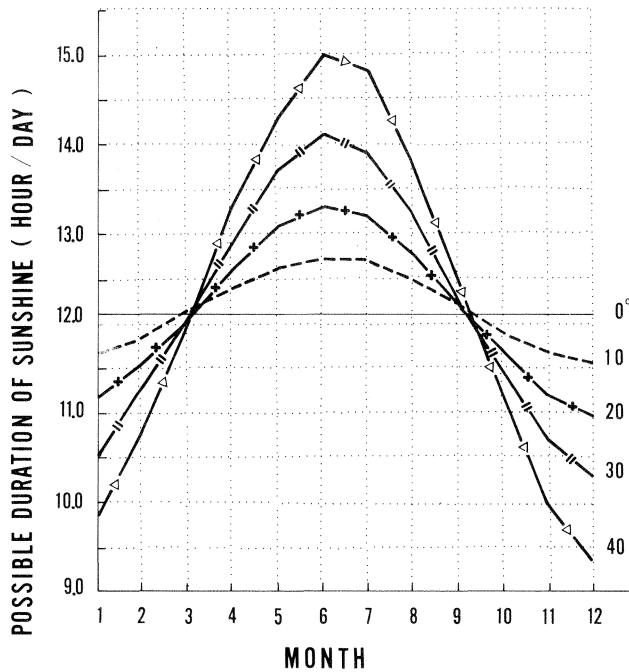


Fig. II • 21 Comparison of monthly mean air temperature of specified locations .



a. Monthly possible solar radiation ($\text{cal/cm}^2/\text{day}$).



b. Monthly possible duration of sunshine (hour/day)

Fig. II-23 Monthly possible solar radiation and sunshine at specified latitudes. (Berliand 1962)

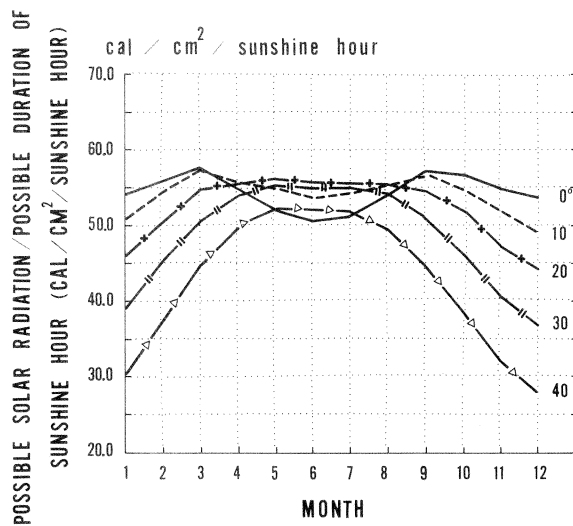


Fig. II-23 C. Monthly possible solar radiation per possible duration of sunshine hour (Cal/cm²/hour).

Ⅲ 水稻生育に関する農業気象学的研究

1 蒸発抑制剤による水温改良効果

1) はじめに

Hydro-oxyethylenedocosanol を主成分とする O. E. D. はナタネ油から作られた蒸発抑制剤による水温上昇剤の一種である。水面に施用すると、その分子は縦に並んで O E D 膜を形成して水面に展開し、水面蒸発を抑制する。O E D 膜がよく展開されると蒸発による潜熱損失を軽減し、水温を上昇して、生育への低温の影響を軽減する。

スリランカでも高地では、主として低水温が水稻生育を制限している場合が知られている。この研究では高地地方である Pussellawa (標高 966m) と Talawakelle (標高 1,400m) の栽培条件下で O E D の効果を試験した。また同時に低地の Peradeniya でも試験を行なったが、これは O E D 使用によって掛流しや止水かんがいの場合より高水温が維持できるなら、感温性品種を用いる場合の生育促進に役立つ環境を作り得るかも知れないと考えたからである。

この研究は C. A. R. I の Botany Division, Pussellawa の Rice Research Station, Talawakelle の Tea Research Institute の協力を得て行なわれた。

2) 試験方法

処理方法は各試験とも次の 3 種類である。

- (1) O E D 施用。止水。水深が減ったら水を補給。
- (2) O E D 無施用。止水。水深が減ったら水を補給。

(3) OED 無施用。掛流し。深水 5～6 cm，（標準区）。

OED は移植後、収穫まで水面の被覆を保つよう随時施用したが、おおむね 3 日に 1 度の施用となった。

その他の試験設計は次表のとおりである。

試 験 設 計

場 所	Pussellawa		Talawakelle	Peradeniya
時 期	Yala 1971	Maha 1971/72	Yala 1971	Yala 1975
品 種	PL16 (4 $\frac{1}{2}$ 月品種)	IRRI6186-34 $\frac{1}{2}$ 月品種	PL 16	BG34-6 (3 $\frac{1}{2}$ 月品種)
区面積	2×2 m = 4 m ²	2×2 m = 4 m ²	2×3 m = 6 m ²	3×4 m = 12 m ²
区 制	ランダム 4 反覆	ランダム 4 反覆	ランダム 3 反覆	ランダム 3 反覆
栽植法	30 日苗, 3 本植 20×15cm (333株/m ²)	30 日苗, 3 本植 15×15cm (444株/m ²)	30 日苗, 3 本植 20×15cm (333株/m ²)	20 日苗, 3 本植 20×20cm (25株/m ²)
移植期	1971. 7. 4	1972. 1. 12	1971. 7. 5	1975. 6. 4
収穫期	1971. 11. 18	1972. 5. 3	1971. 11. 18	1975. 9. 8

水温測定は、Pussellawa と Talawakelle では通常のガラス温度計を用いて測定した。

Pussellawa では 8 時と 13 時, Talawakelle では 8, 12, 16 時に測定した。温度計の感部にアルミ箔を巻いて直射日光を防ぎ、試験区中央の水面下 2.5 cm の深さの水中に 3 分間浸し、温度を読みとった。畦畔はネズミやカニの害が多く、湛水維持は中々困難であった。

Peradeniya では各区の中央の水面下 2.5 cm に、シェルターでカバーした最高、最低水温計を設置し、毎日 9 時に読みとった。

施肥、病虫害防除は、3 地域とも各地の標準によった。

3) 結果と考察

(1) Pussellawa の試験

(a) 1971 年 Yala の場合

試験期間の水温経過を第Ⅲ・1 図に示した。7 月から 8 月中旬頃までは、8 時水温、13 時水温とも、OED による水温上昇が明瞭にみられた。掛流しの場合より 8 時水温は 2～3℃、13 時水温は 3～7℃高温に保たれた。これは稲体が小さい期間は水面に達する直射光が多く、水面蒸発が盛んなため、蒸発抑制による昇温が顕著であったためと考えられる。8 月中旬以降は、13 時水温は終了時まで他の区より高温に経過したが、8 時水温は OED 区、止水区が掛流し区より低温の場合が多かった。これは両区とも止水のため、夜間の放射冷却が大きかったことによるものと考えられる。

このような水温差は生育収量に影響を与えた。出穂期は、OED 区は 10 月 5 日、止水区は 10 月

9 日、掛流区は 10 月 11 日であり、O E D 区は止水区より 4 日、掛流し区より 6 日早く出穂した。
収穫物調査結果は第Ⅲ・1 表に示した。

Table Ⅲ・1 Yield and yield components date of harvested sample per m².
Location: Pussellawa. Season: Yala, 1971. Variety: PL 16

Plot	Number of Panicle	Number of Spikelets per Panicle	Number of Spikelets per m ²	% of Ripend grain	Wt. of 1000 grains	Grain/Straw ratio	Yield
O. E. D	256	85.1	21,821	52.0	2485 g	0.5464	282g (207%)
Stagnant	233	90.7	21,128	45.0	2480	0.5306	236 (174)
Free Flow	230	81.0	18,630	30.0	2430	0.3108	136 (100)

全体に収量レベルは低かったが、O E D 区は掛流し区より 2 倍以上の収量を示した。穂数と登熟歩合に顕著な差がみられた。

(b) 1971/72 Maha の場合

試験期間の水溫経過を第Ⅲ・2 図に示した。13 時水溫は O E D が最も高く、掛流し区が最も低温に経過した。この傾向は試験終了まで続いた。これは試験期間中晴天が続いたのと、畦畔漏水を防止し、湛水が良好に保たれたためと考えられる。8 時水溫は、おおむね掛流し区が高く、止水区がもっとも低く経過した。これは晴天が続き、止水区は夜間の冷却が大きかったためと考えられる。

この試験は、ネズミや鳥による被害が大きく、収量や収量構成要素の調査はできなかった。

(2) Talawakelle の試験

試験期間の水溫経過を第Ⅲ・3 図に示した。12 時水溫は O E D 区が最も高く、止水区がこれに次ぎ、掛流し区がもっとも低温であった。16 時の水溫も同様の経過を示し、この傾向は生育末期まで続いた。これは稲の生育が悪く、稲体による水面の遮へいが少なかったためと考えられる。8 時水溫は区間差がほとんどみられなかった。

稲の生育はきわめて不良で、収穫期の扱はほとんど全部不稔であった。

(3) Peradeniya の試験

試験期間の最高、最低水溫の経過を第Ⅲ・4 図に示した。前記の諸試験と同様に、O E D 施用の効果は稲体による水面遮へいの少ない生育初期に、より水溫を高めることが知られた。開花記録を第Ⅲ・2 表、収穫物調査結果を第Ⅲ・3 表に示した。開花は O E D 区が最も早く、次いで止水区、

Table Ⅲ・2 Flowering record (Variety: BG 34-6) Location: Peradeniya.

Plot	5%flowering	50%flowering	95%flowering
O. E. D.	July, 26th	Aug., 5th	Aug., 11th
Stagnant	July, 30th	Aug., 8th	Aug., 13th
Free Flow	July, 31st	Aug., 10th	Aug., 14th

Table. III • 3 Yield and yield components data per m² of O.E.D. experiment at Peradeniya, Yala : 1975. (variety : BG 34-6)

Plot	Number of Panicle	Number of Spikelets per Panicle	Number of Spikelets per m ²	% of Ripened grain	Wt. of 1000 grains	Grain/Straw ratio	Yield
O. E. D	203	105	21,385	79.3 %	27.30 ^g	1.5981	463 ^g (122%)
Stagnant	196	95	18,495	78.5	26.82	1.5187	389 (103)
Free Flow	202	94	18,916	75.7	26.52	1.4770	380 (100)

掛流し区がもっとも遅かった。O E D 区の出穂期は掛流し区より5日早かった。収量はO E D 区がもっとも多く、掛流し区、止水区より、それぞれ22%、19%多かった。止水区と掛流し区の収量差は小さい。O E D 区の多収は1穂粒数及び単位面積当たり粒数の増加によるもの。この試験では3区とも同日に収穫したが、O E D 区は掛流し区より約1週間早く収穫できるとみられ、その分だけ栽培期間の短縮が可能である。

O E D 使用には2つの利点が考えられる。すなわち、①生育を促進して栽培期間を短縮し、ときには増収をもたらすこと。②高温水でも生育収量を減少しない地方や、そのような期間における蒸発による水損失の防止、である。

4) 要 約

低温が水稻栽培の制限要因になっている高地地方のPussellawaとTalawakelleでO E Dの水温上昇効果について試験した。またPeradeniyaでは生育期間の短縮を狙いとして試験した。

(i) 水温上昇効果はいずれの地点でも認められ、とくに水面に達する直斜光が多い条件下で顕著であった。

(ii) 一般にO E D 施用によって出穂期が促進された。

(iii) Pussellawaの1971年Yalaの試験では、収量レベルは低かったが、O E D 区は掛流し区に比べて207%の顕著な増収がみられた。

(iv) Peradeniyaでも掛流し区より増収(122%)した。これは1穂粒数及び単位面積当たり粒数の増加によるものである。O E D 施用により収穫期は約1週間早めることができると考えられた。

(v) 地域や季節に応じてO E D を正しく使用すれば、水稻の生育収量を良好にし、さらに蒸発による水損失を軽減できると考えられた。

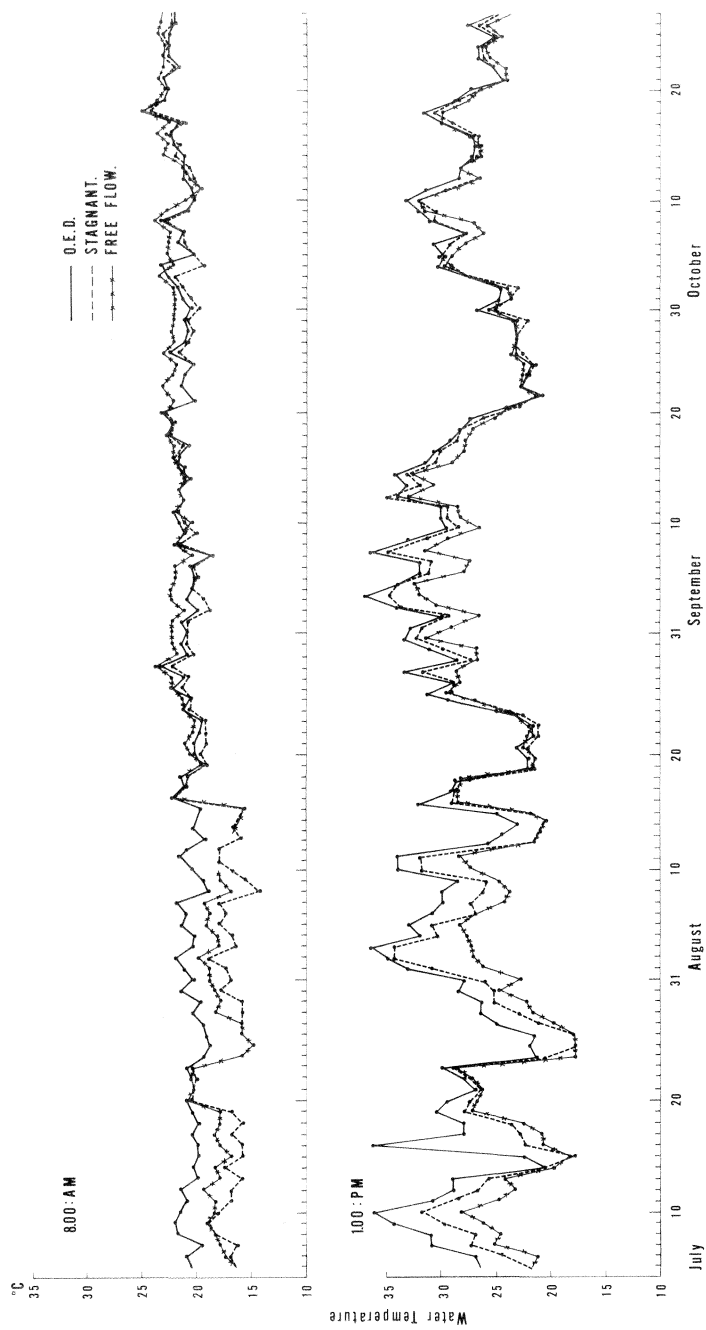


Fig. III • 1 Water temperature of the specified treatments Pussellawa – 1971, Yala

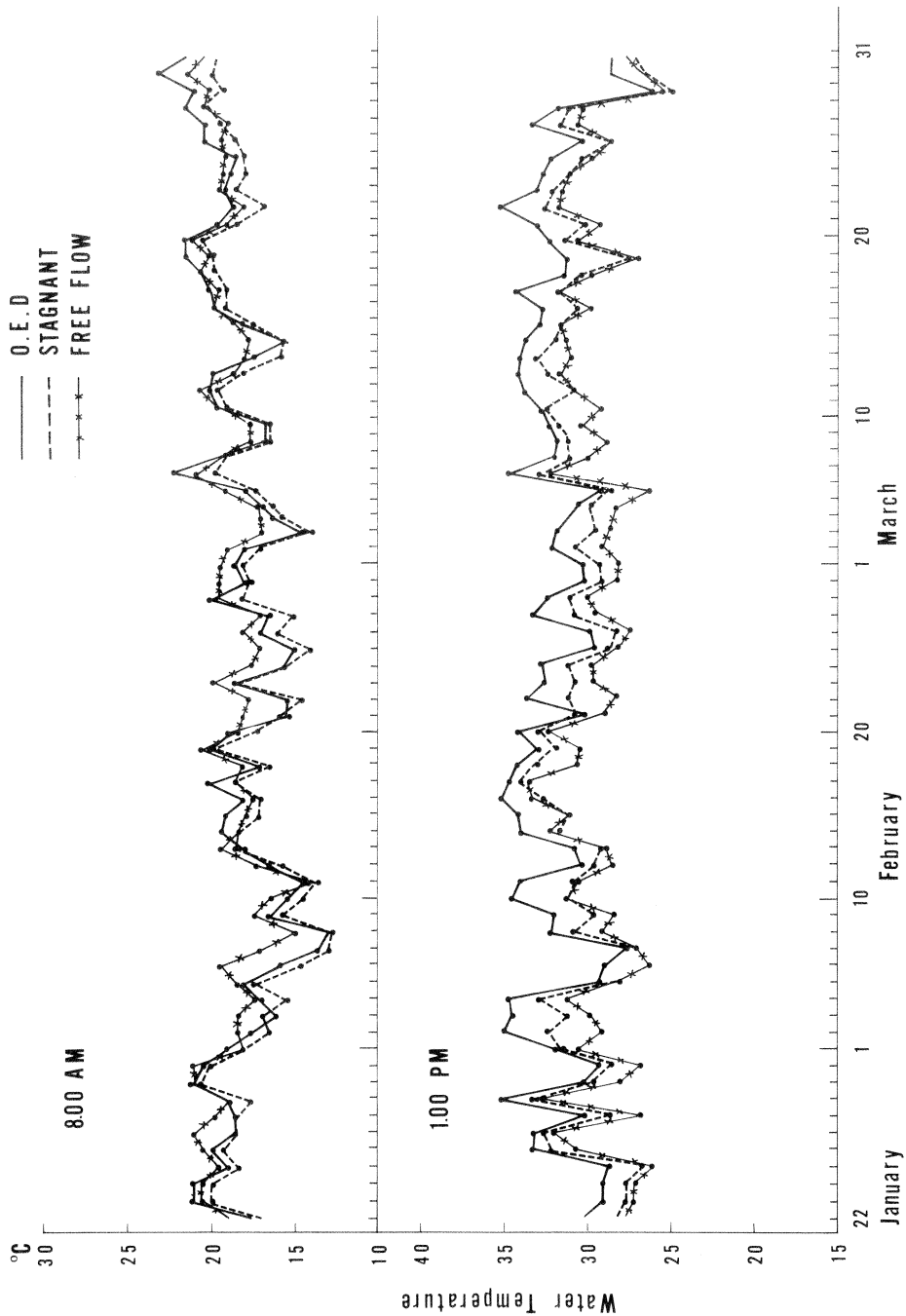


Fig. III • 2 Water temperature of the specified treatments Pussellawa – 1972, Maha.

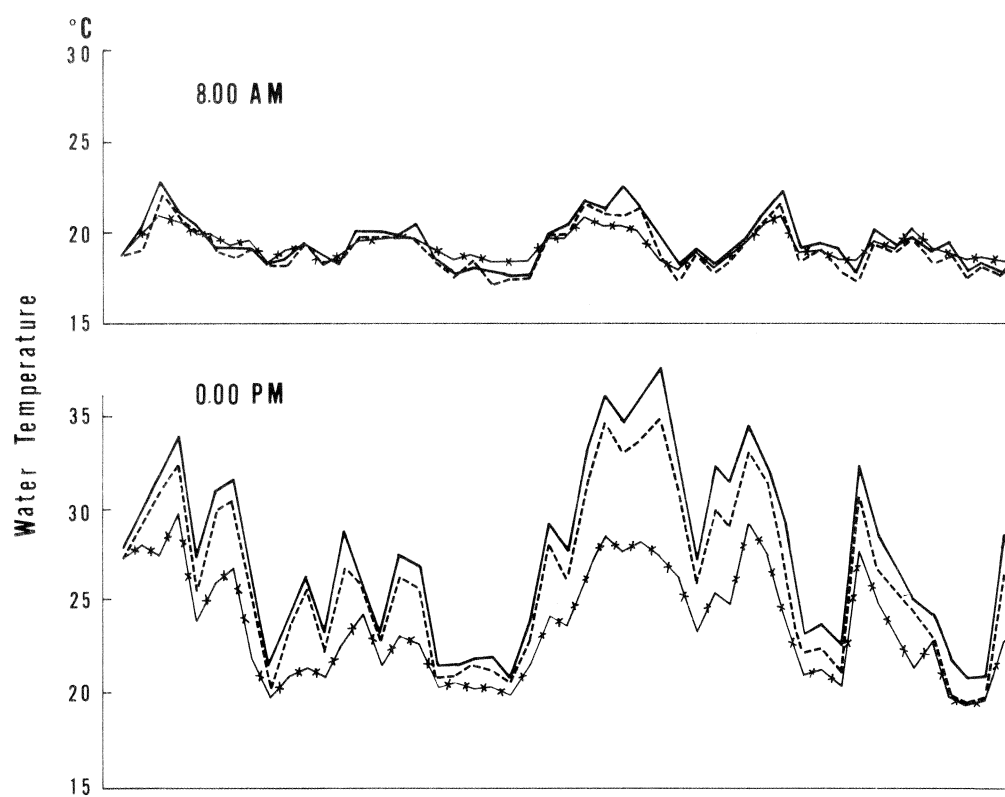
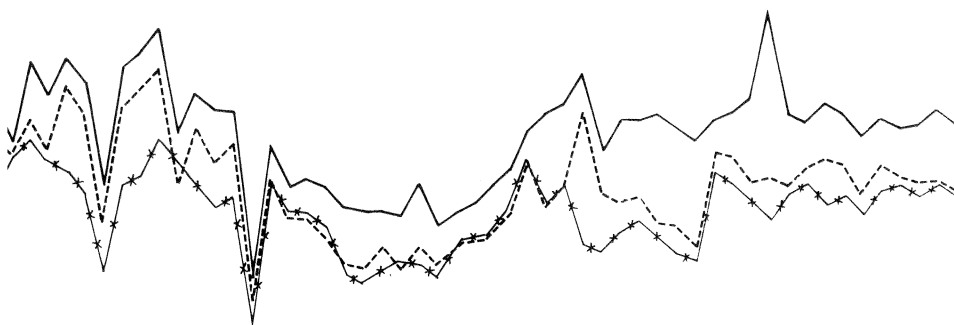


Fig. III • 3 Water temperature of the specified treatment

— O.E.D
- - - STAGNANT
* * * FREE FLOW



lawakelle - 1971, Yala.

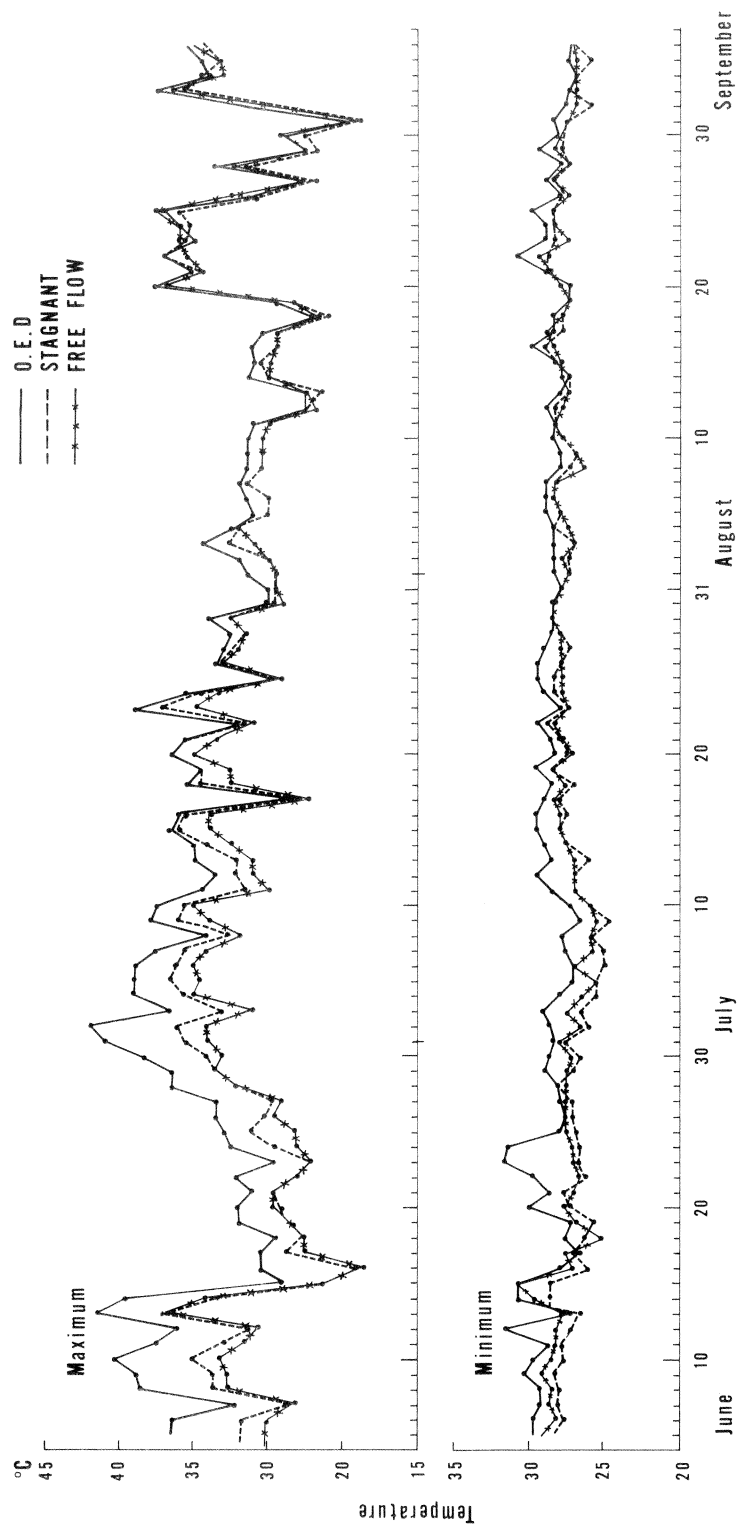


Fig. III • 4 Water temperature of the specified treatment (at depth 1 ") Peradeniya -- 1975, Yala.

2 水稲の移植時期と生育収量の関係

1) はじめに

合理的かつ経済的な栽培型、栽培法を評価するには、気候条件と作物の生育収量の関係を明らかにすることが必要である。生育に不適な気候条件下で栽培したり、高収量を得ようとすることは不経済で非合理的なことであろう。気候条件は季節と地域によって変化するから、地域や季節によって、また作物や品種によって、いろいろな好適栽培型や栽培法があることを意味している。スリランカのような熱帯地方では水さえあれば1年中いつでも栽培が可能であり、栽培季節による生育収量の相違を解明しておくことは、栽培計画に有用と考える。

この研究の目的は、栽培季節の違いによって水稲の収量構成要素や収量がどのように変化し、また地域や品種によってどれだけ異なるかを解明し、収量構成に關係する気象要素の種類と、影響の程度を解明することにある。

2) 試験方法

スリランカの主要な農業気候帯を代表する、Peradeniya, Bathalogoda, Maha-Illuppallama の3地点で圃場試験を行った。3地点の概要は下表の通りである。

地 点	高 度	経 度	緯 度	地 帯	備 考
Peradeniya	488m	80°36'	7°17'	Wet zone	中央農業研究所
Bathalogoda	122	80°27'	7°43'	Intermediate zone	農家圃場
Maha-Illuppallama	138	80°28'	8°07'	Dry zone	農業試験場

(1) 使用品種：BG 34-8 (3カ月品種), BG 34-6 (3 $\frac{1}{2}$ 月品種), IR 262 (3 $\frac{1}{2}$ 月品種), BG 11-11 (4 $\frac{1}{2}$ 月品種), MI 273 (4 $\frac{1}{2}$ 月品種, Maha-Illuppallama だけ)

(2) 栽植方法：均一な12日苗 (3葉期) を毎月下旬の同一日に移植。1株3本植 15cm×20cm (33.3株/m²)

(3) 試験区面積：3m×10m=30m², 各品種。

(4) 栽培管理：施肥量は各地の標準量を用いた。病虫害防除の薬剤散布は10~15日毎に定期的に行い、必要に応じてさらに散布した。各地点で5個の圃場を使用し、各圃場は収穫後次の移植まで約1カ月間、耕やした状態においた。

(5) 試験期間：1971年10月から1974年7月まで毎月移植を行った。

(6) 気象観測：試験圃場に隣接して気象観測点を設置した。しかし、観測器機の準備が遅れ、観測開始は1972年7月であった。

3) 結果と考察

土壌やそれに関連する条件は各地点とも類似しており、水分条件、ネズミ、鳥、病虫害の害などが生育の限定要因でない (Maha-Illuppallama 以外は) 状態、すなわち気候条件の差だけが生育収量に影響する状態で試験を行った。各品種について200株を収穫して、収量及び収量構

成要素を調査したが、設備や労力の関係で、得られた主なデータは収量と単位面積当り穂数と平均1穂粒数である。登熟歩合と1000粒重は信頼できる結果が得られなかった。

試験期間の月平均気温、気温較差及び日射量、降水量の経過は第Ⅱ・18図、第Ⅱ・19図のとおりである。

(1) 収量

移植時期による収量の違いを第Ⅲ・5図、第Ⅲ・6図、第Ⅲ・7図に地点別に示した。

いずれの地点でも、また、いずれの品種でも移植期によって収量が増加することが認められる。3～5月移植と11～12月移植の場合に収量が多い傾向がうかがえるが、11～12月については、あまりはっきりしない。品種や地点によって違いがあるが、このような収量の季節性は気候条件からみて高収量をあげる最適の移植時期があることを物語っている。試験の後半になるにつれ、全体に収量レベルが低下したが、これは気象条件のせいではなく、同じ圃場で栽培をくりかえしたため土壌の肥沃性が減少したためと考えられる。

(2) 単位面積当り穂数

移植時期による単位面積当り穂数の違いを第Ⅲ・8図、第Ⅲ・9図、第Ⅲ・10図に示した。

Peradeniya と Bathalagoda では収量の場合よりも明らかな季節性がみられた。品種と地点によって若干の違いがあるが、およそ12～1月移植と6～7月移植の2つのピークが認められる。

(3) 平均1穂粒数

移植時期による平均1穂粒数の違いを、第Ⅲ・11図、第Ⅲ・12図、第Ⅲ・13図に示した。

季節性は明瞭でない。

(4) 単位面積当り粒数

移植時期による単位面積当り粒数の違いを、第Ⅲ・14図、第Ⅲ・15図、第Ⅲ・16図に示した。

季節性はあまり明瞭でない。穂数にみられた季節性は平均1穂粒数の変化によって、ある程度、消去されたものと考えられる。

移植時期による収量の変化を解明するには、各収量構成要素についてそれが決定される時期の気候条件との相互関係を解析することが必要である。この試験では登熟歩合、1000粒重について信頼できるデータが得られなかったので、収量及び穂数と粒数の変化の実態を示すにとどまった。

4) 要 約

スリランカの主要農業気候帯を代表するPeradeniya (Wet zone), Bathalagoda (Intermediate zone), Maha-Illuppallama (Dry zone) の3地点で、移植時期と収量及び収量構成要素との関係を解明するために圃場試験を行った。

(i) 1971年10月から1974年7月まで、熟期の異なる6品種を毎月移植し、生育収量を調査した。使用品種はBG34-8, BG34-6, IR262, BG11-11, H₄, IR8であるが、Maha-

Illuppallama ではさらに MI 273 を加えた。

(ii) 試験圃場に接して気象観測点を設け、気・水・地温、日照時間、日射量、降水量、湿度、風速、蒸発量の観測を行った。

(iii) 収量及び単位面積当り穂数は、いずれの地点、いずれの品種でも移植季節による違いがみられ、品種や地点によって若干相違するが年に2つのピークが認められた。

(iv) 平均1穂粒数及び単位面積当り粒数には、とくに移植季節による違いが認められなかった。

(v) 登熟歩合、1000粒重は、調査が不完全のため解析ができなかった。

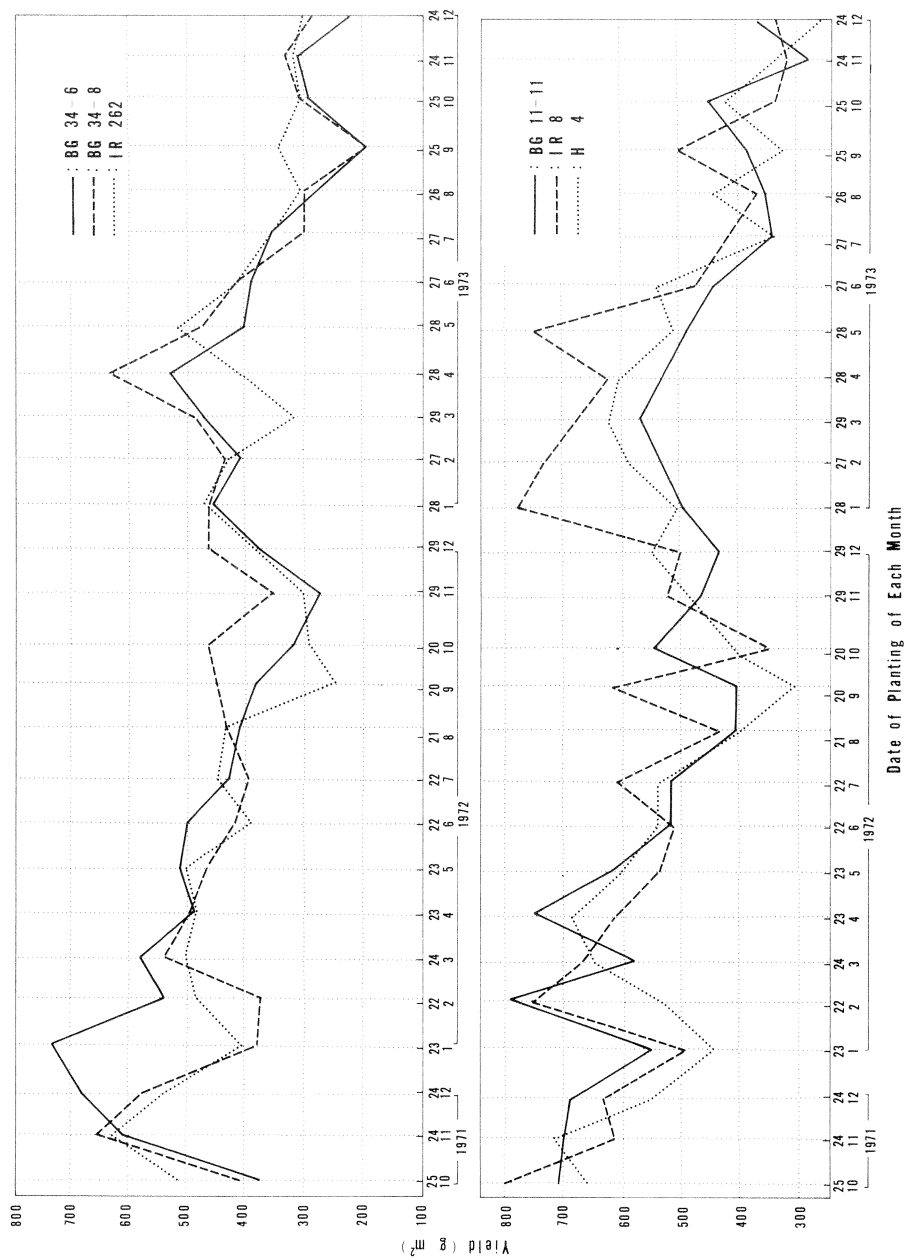


Fig. III • 5 Seasonal variation of yield per m² of three specified varieties. Location : Peradeniya.

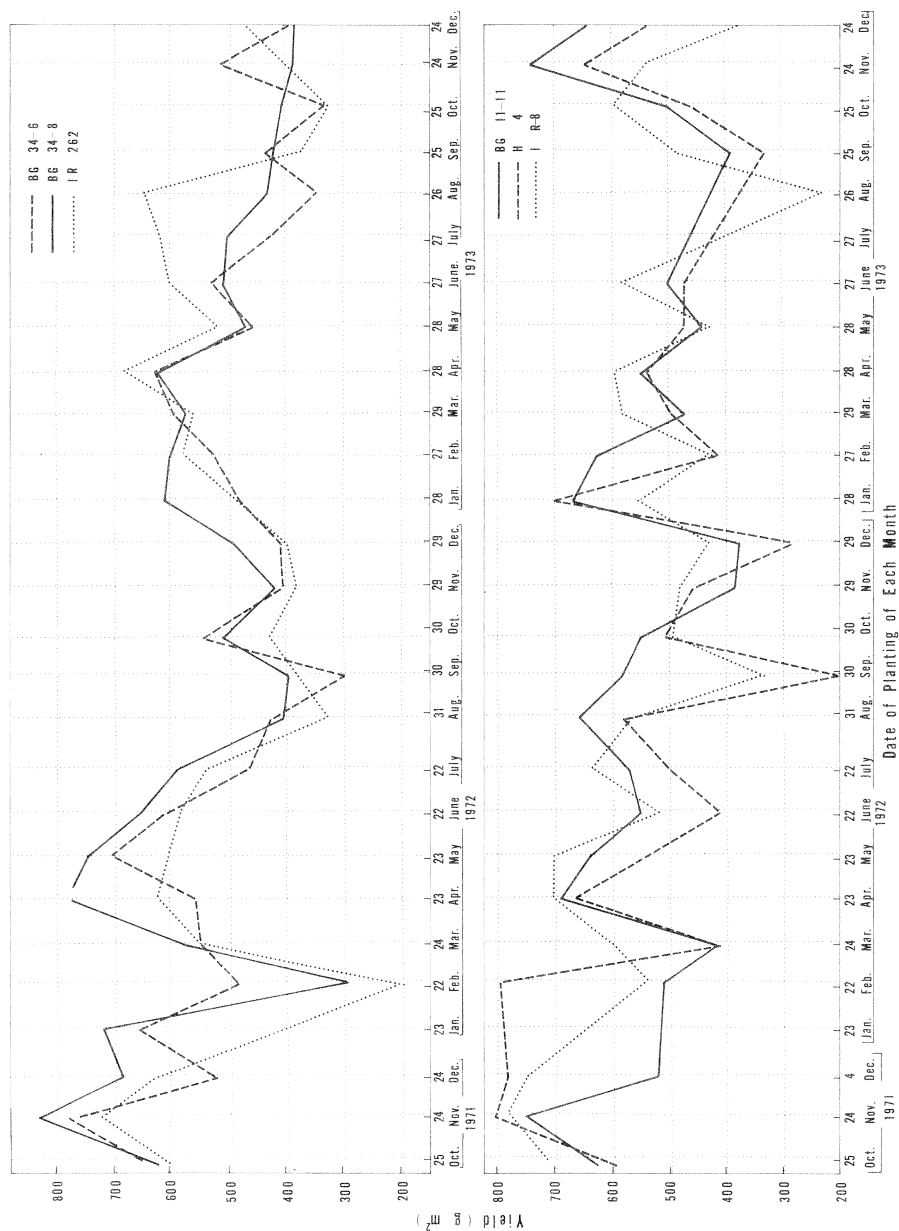


Fig. III • 6 Seasonal variations of yield per m² of three specified varieties.

Location : Bathalagoda.

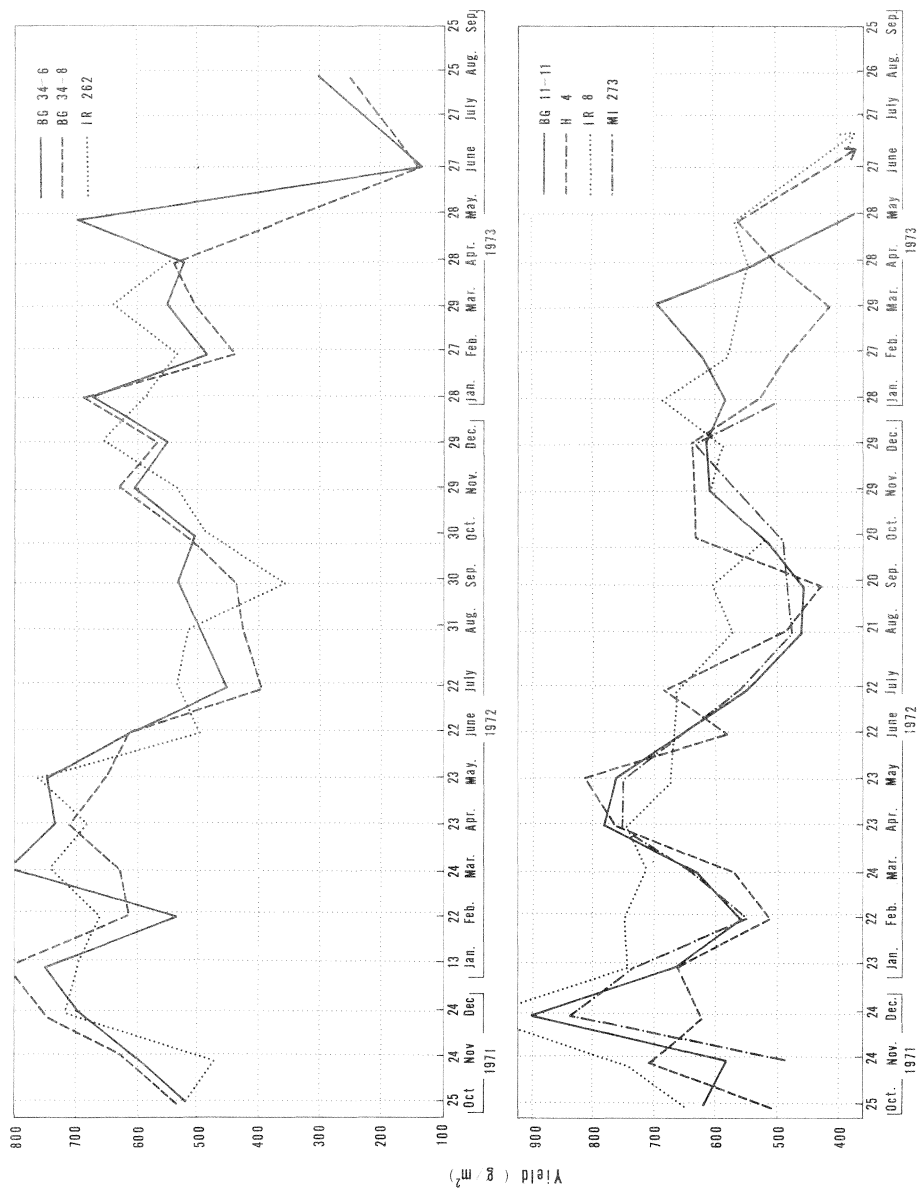


Fig. III • 7 Seasonal variation of yield per m² of three specified varieties.
Location : Maha-Illupallama.

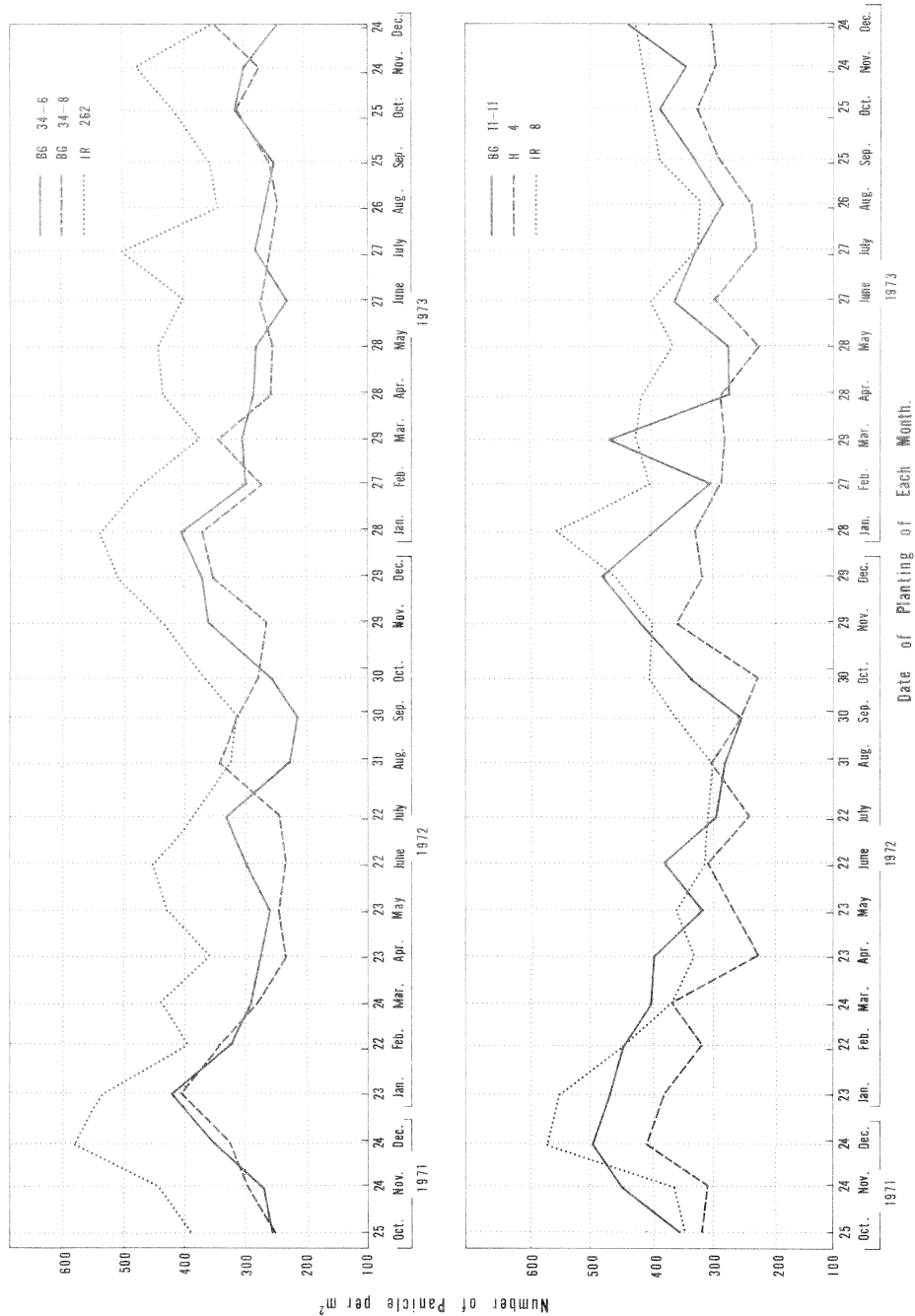


Fig. III • 8 variation of number of panicle per m² of three specified varieties.

Location ; Peradeniya.

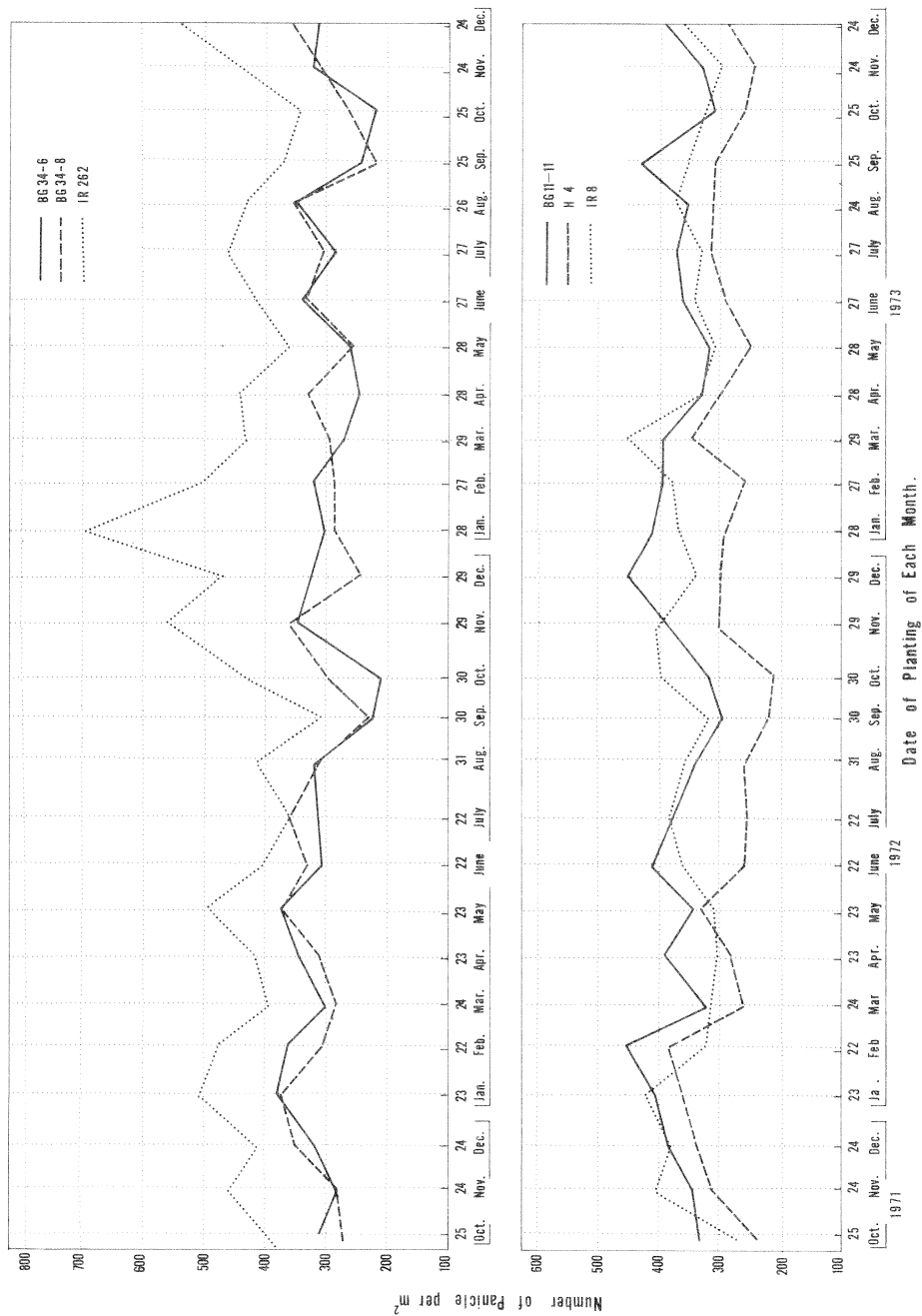


Fig. III-9 Seasonal variation of number of panicle per m² of three specified varieties.

Location : Bathalagoda.

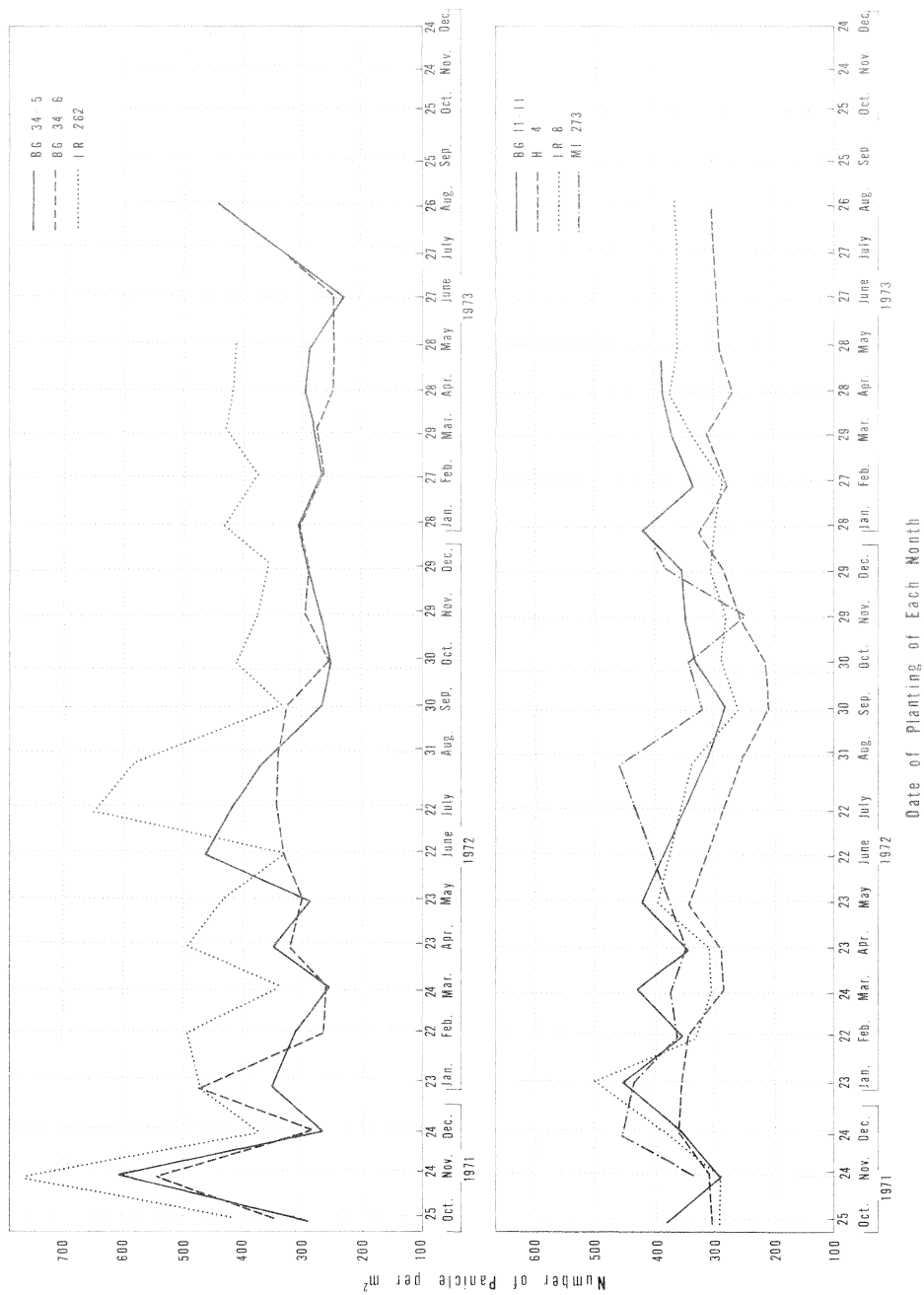


Fig. III-10 Seasonal variation of number of panicle per m² of three specified varieties.

Location : Maha - Illuppallama.



Fig. III • 11 Seasonal variation of number of spikelet per panicle of three specified varieties.

Location : Peradeniya.

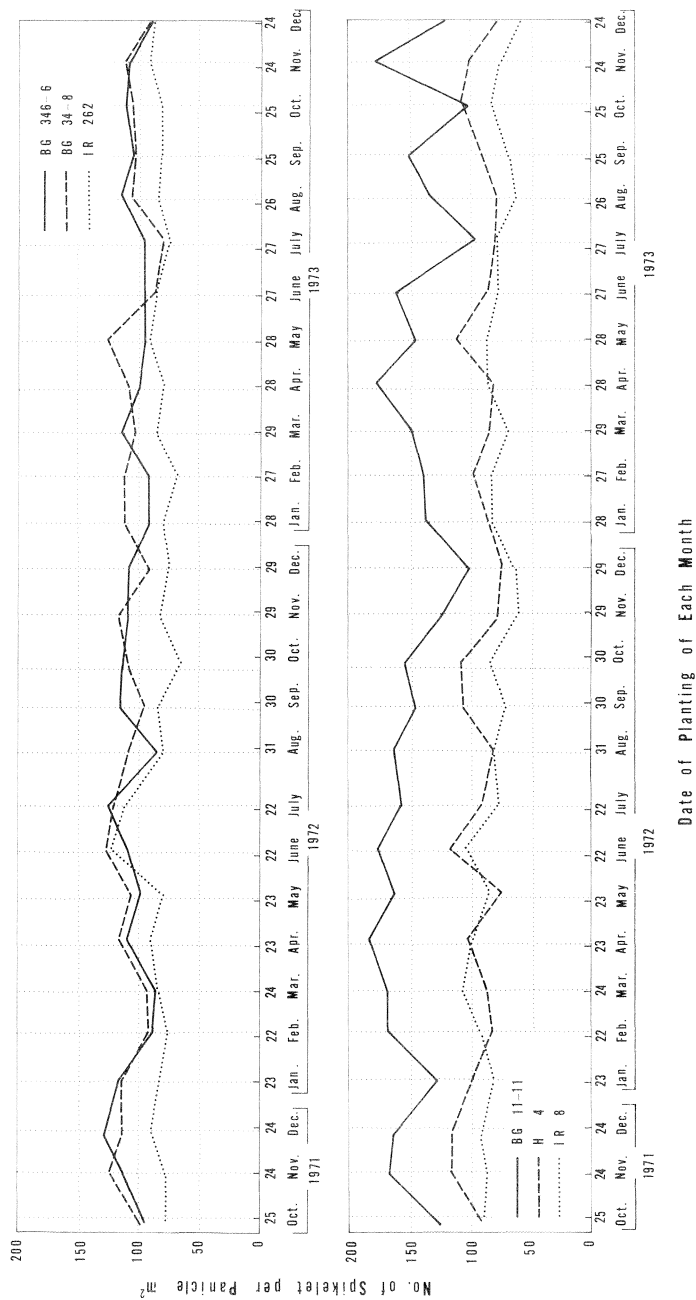


Fig III-12 Seasonal variation of number of spikelet per panicle of three specified varieties.
Location : Batalagoda.

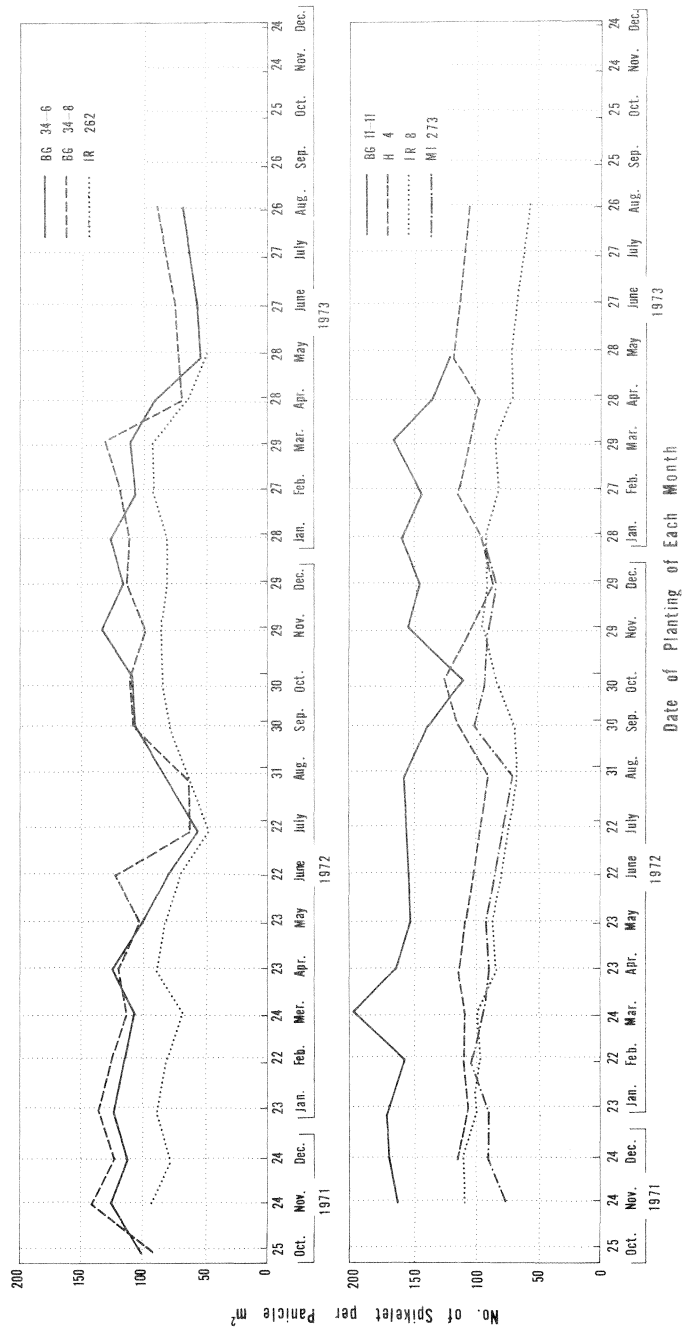


Fig. III • 13 Seasonal variation of number of spikelet per panicle of three specified varieties.

Location : Maha - Illuppallama .

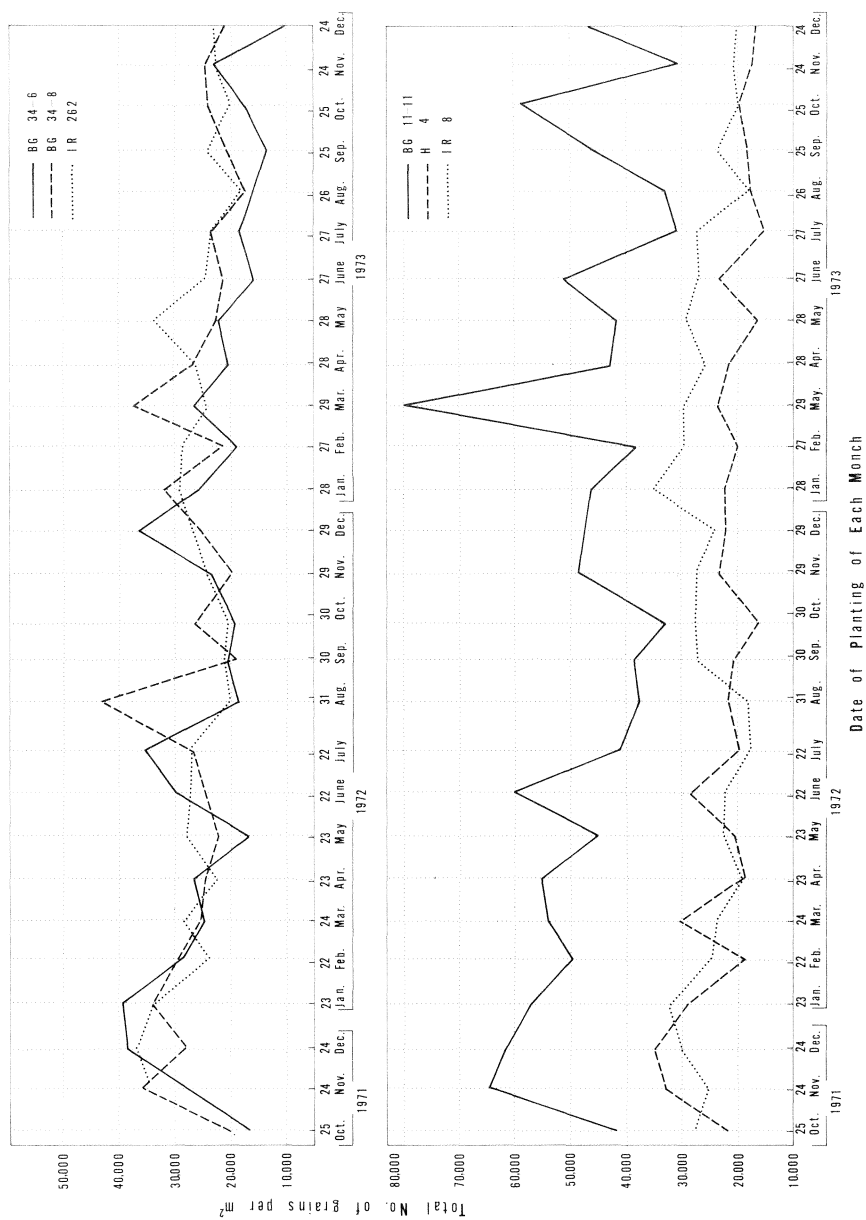
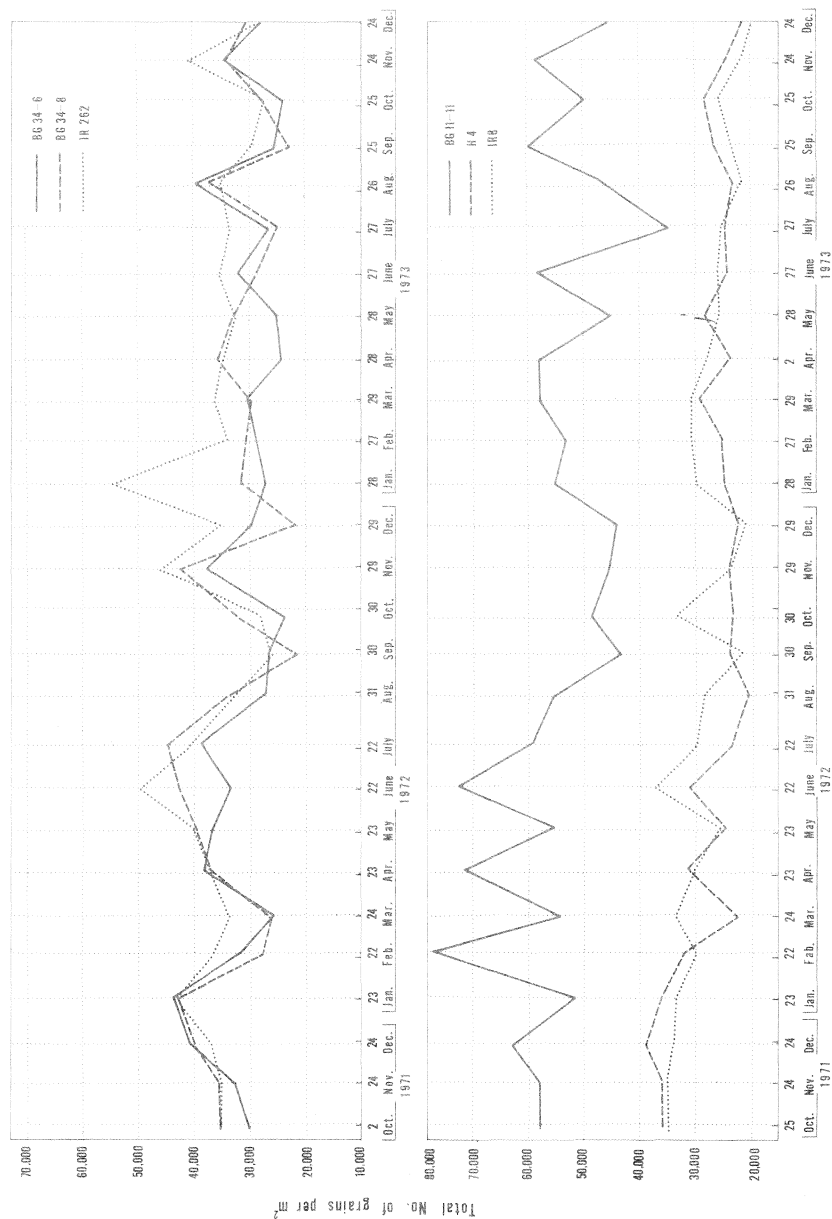


Fig. III • 14 Seasonal variation of total number of grains per m² of three specified varieties.
Location : Paradeniya.



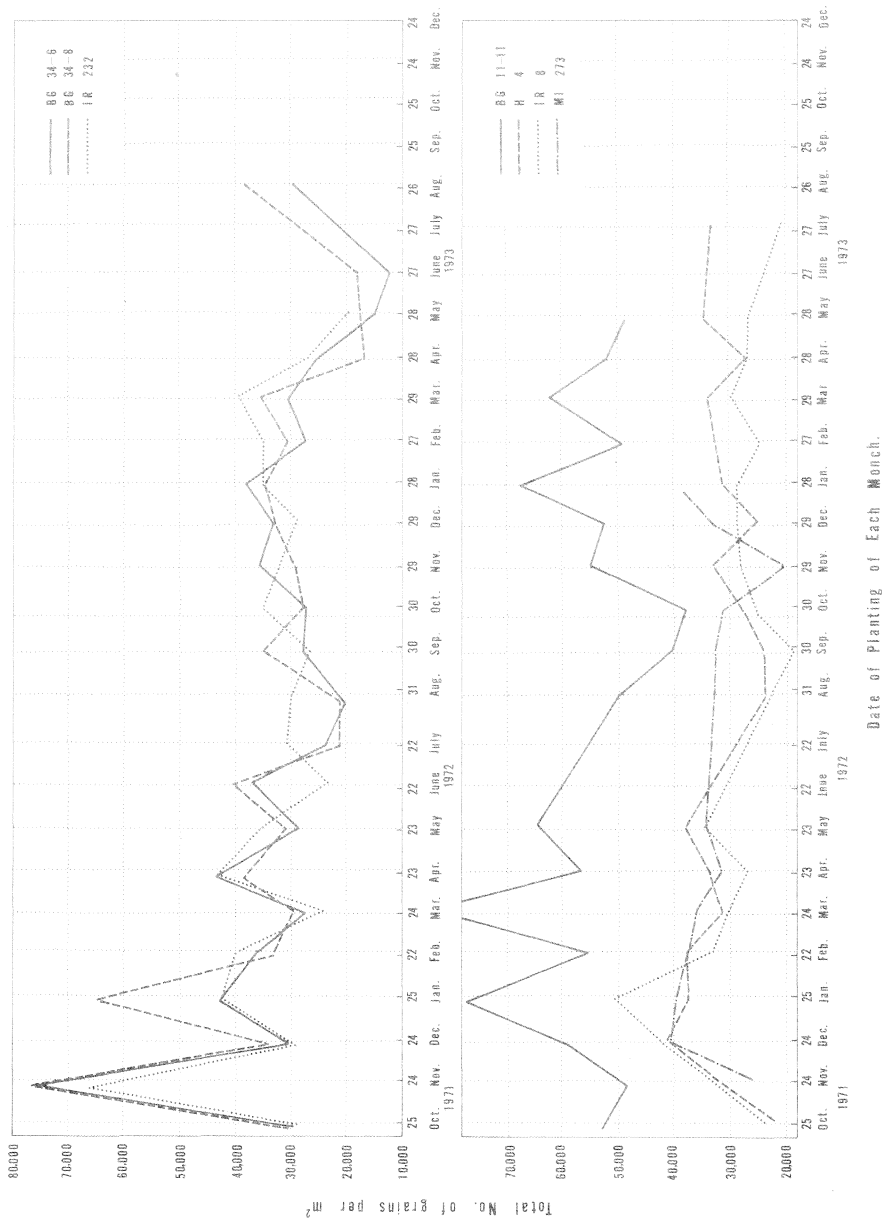


Fig. III • 16 Seasonal variation of total number of grains per m² of three specified varieties.

Location : Maha - Illupellama.

3 登熟に対する日射量の影響

1) はじめに

水稻収量は4つの収量構成要素、すなわち単位面積当り穂数・平均1穂粒数・登熟歩合・粒重の積である。このうち、前2者は出穂前に決定され、登熟歩合と粒重は主として出穂後に決定される。登熟歩合と粒重は登熟期間の気象条件の影響を受けるが、穂数と粒数の影響も無視できない。穂数と粒数は出穂後の光合成で得られる炭水化物を貯えるSinkの容量を決めるものだからである。

出穂後の構成要素の大きさを規制するもっとも重要な気象要素は、光合成のエネルギー源である日射量である。この研究の目的は、登熟期間の日射量に対する反応の品種間差、ならびに出穂前の構成要素の粒数の影響を解明することである。

2) 試験方法

PeradeniyaでMaha 1972/73年とYala 1973年に圃場試験を行った。

(1) Maha 1972/73年の試験

供試品種：BG 34-6, IR 262 (3¹/₂月品種), BG 11-11, H₄, IR 8 (4¹/₂月品種)

移植法：Water dapog苗代の12日苗を15cm×20cm (33.3株/m²)の密度に移植。

試験区面積：1.5m×5.8m

処理法：出穂始め(5%出穂)の時期に遮光率の異なる寒冷紗を、群落上10cmの高さに水平に設置した。処理区は次の通りである。

標準区	無遮光	
T(1)区	遮光率	55%
T(2)区	"	82%

調査法：3日ごとに9株について、全部の穂を群落を乱さないように穂くびから切取った。採取した籾は乾燥器で70℃、3日間乾燥し重さを測定した。測定した重さは14%水分含量に換算した。

施肥、病虫害防除などは標準栽培によった。

(2) Yala 1973年の試験

供試品種：BG 34-6, BG 34-8, IR 262, BG 11-11, H₄, IR 8

移植法、試験区面積は前の試験に同じ。

処理法：

標準区	無遮光	
T 1 区	遮光率	32%
T 2 区	"	55%
T 3 区	"	82%

調査法：調査サンプルは週に1回採取。その他の方法は前の試験と同じ。

施肥量は、単位面積当り粒数を増やすため標準の倍量を施用した。

3) 結果と考察

(1) Maha 1972/73年の結果

全籾数に対する稔実籾数（ある重さ以上の籾）の比を登熟歩合とし、出穂後の時間的变化をみたのが第Ⅲ・17図である。いずれの品種でも遮光による登熟歩合の劣化が明らかにみられるが、経過を詳細にみると品種による特徴が見出される。すなわち、3 1/2 月品種群のBG 34-6とIR 262では登熟開始直後から遮光の影響が現われ、登熟の進行が比較的ゆるやかである。これに対し4 1/2 月品種群のBG 11-11, H₄, IR 8では、登熟開始後9～12日までは遮光の影響はあまり現われず、その間の登熟進行も急速にみられる。このような登熟経過は千籾重（1000個の籾の平均重量）の経過でみた場合も、ほとんど同様の傾向がみられた。

Table Ⅲ・4 Results of analysis of harvested samples per m². (Maha, 1972/73)

Yield and Yield Components (Location : Peradeniya)

variety	Treatment	Number of Panicle	Number of Spikelets	Number of Ripend grains		% of Ripend grains	Wt. of 1000 (g) grains		Grain/Straw Ratio	Yield (g)	
BG 34-6 (3 1/2 month)	Control	240	21000	16499	100%	78.6%	24.9	100%	1.53	411	100%
	T-(1)			13755	83	56.3	23.2	93	1.28	319	78
	T-(2)			8871	54	40.9	21.9	88	0.93	194	47
IR 262 (3 1/2 month)	Control	360	21600	16194	100	75.0	25.0	100	1.49	405	100
	T-(1)			13145	81	73.9	25.5	102	1.30	335	83
	T-(2)			9127	56	55.7	24.6	98	1.17	225	56
BG 11-11 (4 1/2 month)	Control	296	41500	33252	100	80.2	14.0	100	1.35	466	100
	T-(1)			29384	88	76.0	13.7	98	1.19	403	86
	T-(2)			19682	59	56.1	13.4	96	0.93	264	57
H ₄ (4 1/2 month)	Control	227	18100	15995	100	88.2	29.1	100	1.39	465	100
	T-(1)			14119	88	78.6	28.5	98	1.16	402	86
	T-(2)			11072	69	61.7	27.2	93	1.04	301	65
IR 8 (4 1/2 month)	Control	290	22900	19857	100	86.7	30.4	100	1.39	604	100
	T-(1)			19666	99	80.2	28.2	93	1.37	555	92
	T-(2)			11445	58	55.3	26.0	86	0.99	298	49

Shading Ratio: Control 0%, T-(1) 55%, T-(2) 82%

収穫物調査結果は第Ⅲ・4表に示したが、最終的には、55%の遮光率ではIR 8の収量比が92でもっとも良く、82%の遮光率では収量比65のH₄がもっとも優った。

(2) Yala 1973年の結果

登熟歩合の時間的経過をⅢ・18図に示す。この試験では施肥が倍量であるため、第Ⅲ・5表のように籾数が多かったが、過繁茂の傾向がありモミ/ワラ比が小さかった。そのため遮光の影響は前の試験より強く現われているが、登熟経過には前の試験と同様の特徴が指摘できる。すなわち遮光率の最も大きいT 3区を除外して考えると、①前試験のBG 34-6のような経過を示すBG 34-6・BG 34-8型 ②前試験のIR 8のような経過を示す H₄・IR 8型、③両型の間または混合型を

示す IR 262・BG 11-11型に分けられる。

Table Ⅲ・5 Results of analysis of harvested samples per m²

Yield and Yield Components

(Yala, 1973- Peradeniya)

Variety	Treatment	Number of Panicle	Number of Spikelets	Number of Ripend grains		% of Ripend grains(%)	Wt. of 1,000(g) grains		Grain / Straw Ratio	Yield (g)	
BG 34-6 (3 1/2 month)	Control	305	39,400	34213	100%	86.8	26.8	100%	1.55	917	100%
	T 1			26,704	78	75.3	26.8	100	1.01	716	78
	T 2			22,818	67	65.1	26.1	97	0.91	596	65
	T 3			8,916	26	33.7	25.1	94	1.08	224	24
BG 34-8 (3 month)	Control	251	39,500	30,846	100	78.0	25.5	100	0.91	787	100
	T 1			22,655	73	61.0	25.9	102	0.79	587	75
	T 2			19,493	63	54.0	25.3	99	0.69	493	63
	T 3			10,500	34	30.0	22.2	87	0.40	233	30
IR 262 (3 1/2 month)	Control	373	33,900	28,892	100	85.3	26.4	100	0.63	763	100
	T 1			26,860	93	71.1	26.4	100	0.53	709	93
	T 2			23,713	82	64.8	24.6	93	0.49	583	76
	T 3			14,940	52	44.2	22.7	86	0.33	339	44
BG11-11 (4 1/2 month)	Control	387	61,500	59,816	100	97.3	14.4	100	0.78	861	100
	T 1			50,786	85	84.5	14.4	100	0.81	731	85
	T 2			44,968	75	73.1	13.4	93	0.69	603	70
	T 3			20,559	34	45.6	11.7	81	0.39	241	28
H4 (4 1/2 month)	Control	303	30,700	28,906	100	94.2	28.5	100	0.59	824	100
	T 1			25,361	88	90.1	26.4	93	0.62	670	81
	T 2			22,711	79	73.8	25.3	89	0.66	575	70
	T 3			10,471	36	55.3	22.1	78	0.28	231	28
IR 8 (4 1/2 month)	Control	355	30,600	28,103	100	91.7	27.0	100	0.79	759	100
	T 1			20,971	75	80.1	26.8	99	0.69	562	74
	T 2			17,348	62	78.2	25.3	94	0.58	439	58
	T 3			9,882	35	57.6	21.2	79	0.28	209	28

Shading Ratio: control 0%, T 1 32%, T 2 55%, T 3 82%

このような登熟経過の相違は、炭水化物の転流と集積パターンの違いによるものと考えられる。つまり、茎葉に蓄積された炭水化物が籾へ転流される量と、出穂後の光合成で合成された新しい炭水化物が籾へ転流する量との相対的な割合が関係しているのであろう。このような観点からみると、登熟初期から遮光の影響が大きく登熟の進行が緩やかなBG 34-6・BG 34-8型は合成型 (Synthesis type)，登熟初期の遮光の影響が小さい登熟進行が速やかなH₄・IR 8型は転流型 (Translocation type)，また両者の中間を示すIR 262・BG 11-11型は混合型とすることができよう。

第Ⅲ・19図は両年の日射遮光率と標準区に対する収量比を表わしたものである。遮光率が大きいほど収量比が減じ、収量に対する登熟期間の日射の影響が大きいことが知られる。両年を比べると、いずれもYala 1973年の減収が大きく、遮光が強くなる程、Maha 1972/73年との差

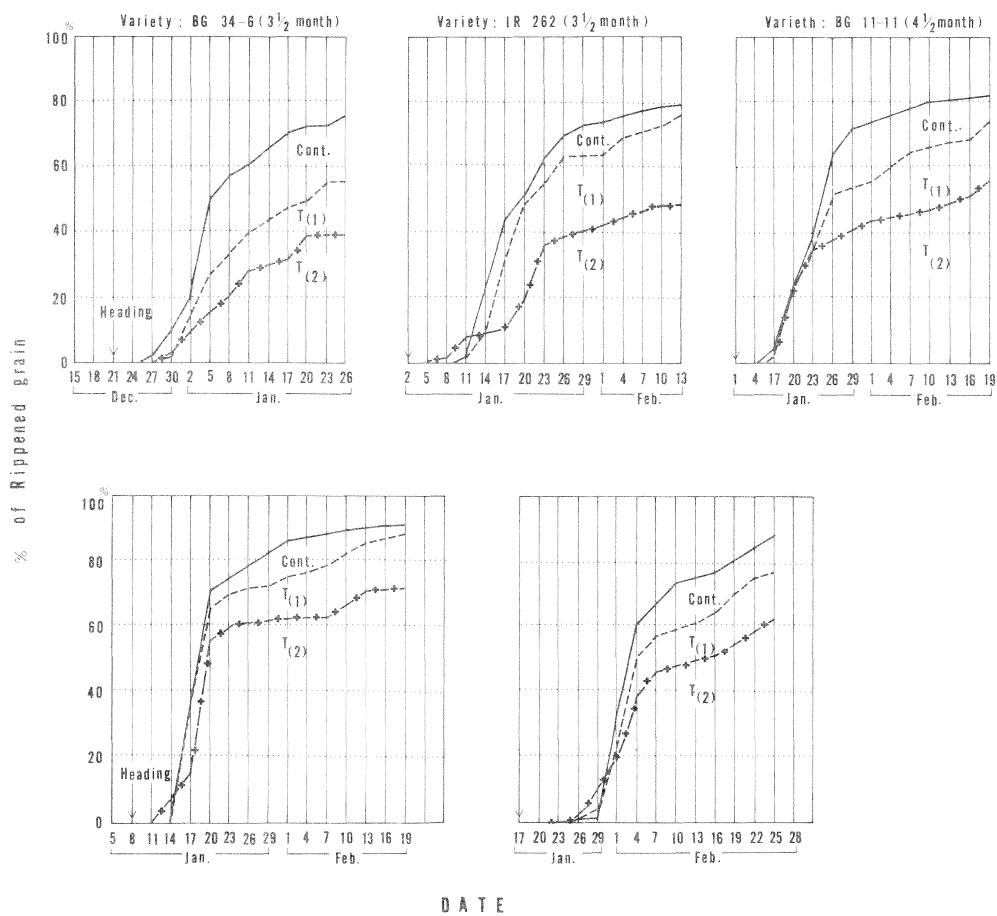


Fig. III-17 Temporal variations of % of ripened grain of specified varieties under different solar energy levels.

Season : Maha, 1972 / 73 Location : Peradriya.

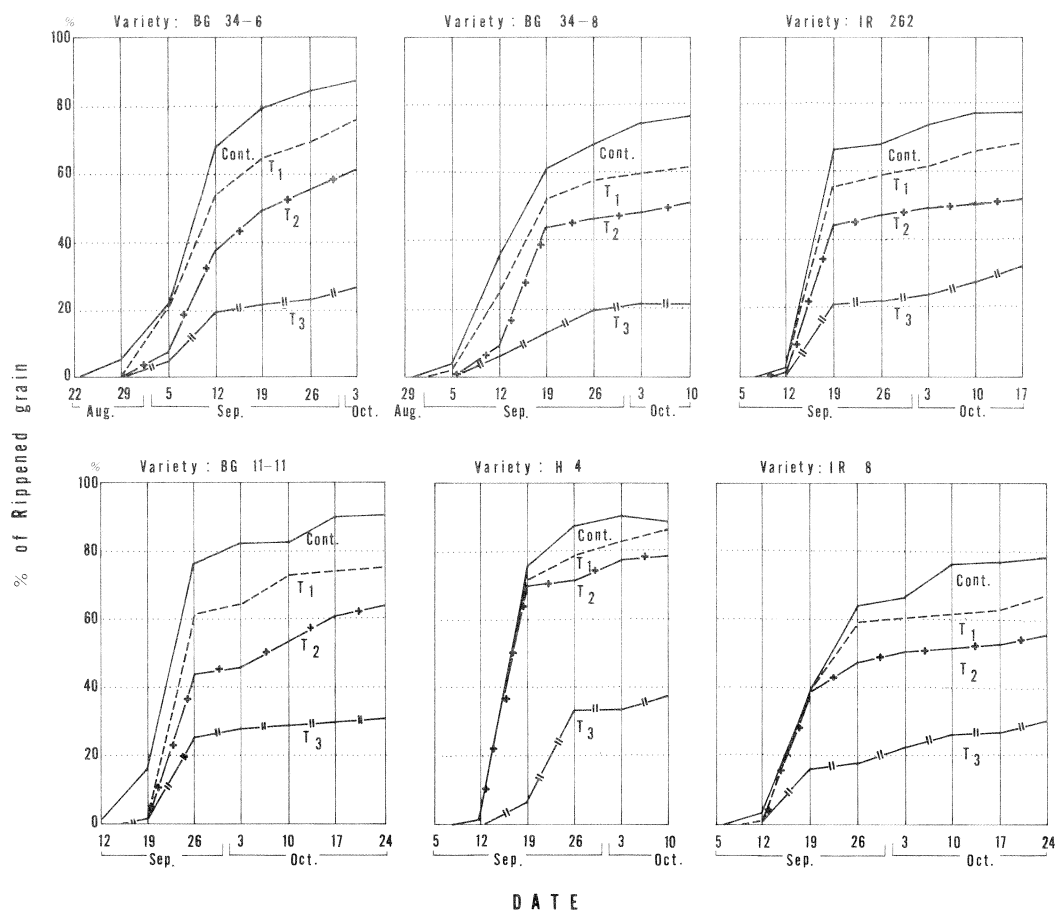


Fig. III • 18 Temporal variations of % of ripened grain of specified varieties under different solar energy levels.

Season : Yala, 1973, Location : Peradeniya.

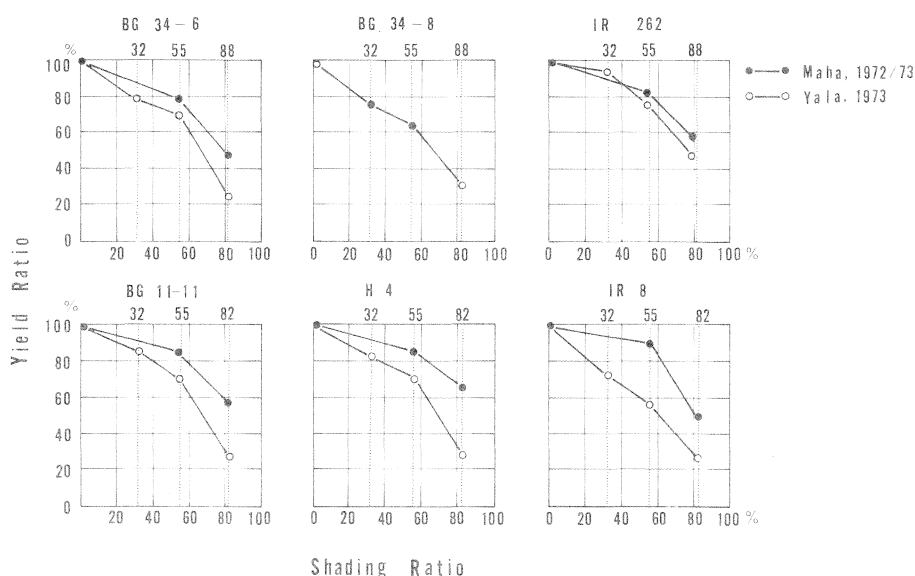


Fig. 19 Relationships between yield ratio and shading ratio.

Location : Peradeniya.

が大きくなる傾向がみられる。Yala 1973 年の場合は施肥量が多く、単位面積当り粒数はMaha 1972/73 年の場合より 30~90% 多く、その違いが遮光に対する両年の結果の違いをもたらしたと考えられる。このことは収量や登熟歩合・千粒重などに対する日射量の影響は、日射量の大小ばかりでなく、単位面積当り粒数などの大きさによって変わること示している。したがって、登熟期間の気候条件と登熟や収量との関係を解析するに当っては、出穂前に決定された粒数を考慮する必要がある。

4) 要 約

Maha 1972/73 年及びYala 1973 年, Peradeniya で、登熟期間の日射量と登熟ならびに収量との関係について試験した。

(i) 出穂始め時に、群落上 10 cm に寒冷紗を水平に設置し、遮光率 32%, 55% 及び 82% の遮光条件を作り、3~3 $\frac{1}{2}$ 月品種のBG 34-6, BG 34-8, IR 262 と 4 $\frac{1}{2}$ 月品種のBG 11-11 H₄, IR 8 の登熟過程を調べた。

(ii) Maha 1972/73 年の試験では 3 $\frac{1}{2}$ 月品種と 4 $\frac{1}{2}$ 月品種の間に登熟歩合と千粒重の増加過程で違いがみられた。3 $\frac{1}{2}$ 月品種は登熟初期から遮光の影響がみられ、増加過程は比較的緩やかであった。4 $\frac{1}{2}$ 月品種では登熟開始後 9~12 日間は遮光の影響が小さく、その間の登熟進行が急速であった。

(iii) Yala 1973 年の試験では、施肥量を前試験の倍量とし 30~90% 増の単位面積当り粒数を得た。登熟増加過程には前試験と同様の特徴がみられたが、合成型 (BG 34-6・BG 34-8) と

転流型 (H₄・IR 8) , 混合型 (IR 262・BG 11-11) に分類できた。

(iv) 遮光の強さとともに登熟歩合・千粒重や収量の低下がみられたが、低下の程度は面積当り粒数が多いほど大きく、出穂後の収量構成要素に対する日射量の影響は、出穂前の収量構成要素である粒数によって変化することが知られた。

4 収量構成の地域性について

1) はじめに

水稻収量は4つの収量構成要素の積で成立している。それぞれの収量構成要素は気候や土壌条件の影響で変化するから、地域が異なると収量構成の内容に相違がみられる。多収穫や安定した収穫を得るため栽培技術の改善をめざすためには、それぞれの地域における収量構成の特徴と収量構成要素間の相互作用を解明する必要がある。このような観点から、スリランカの気候帯を代表する3地点で、同一栽培の圃場試験を行ない、収量構成の特徴を調査した。

2) 試験方法

1974年Yalaの期間、次の3地点で試験を行った。

(1) Peradeniya (Wet zone) 中央農業研究所

(2) Bathalagoda (Intermediate zone) 農家圃場

(3) Maha-Illuppallama (Dry zone) 農業試験場

試験区は1区面積 $3 \times 4 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$ の3反覆。

施肥量と栽培密度に次の処理を行った。

施肥量: T₁ ……Department of Agriculture 標準の0.5倍

T₂ …… ” 1.0倍

T₃ …… ” 1.5倍

T₄ …… ” 2.0倍

栽植密度: T₁ …… $10 \times 10 \text{ cm}$ (100株/ m^2)

T₂ …… $10 \times 15 \text{ cm}$ (66.7株/ m^2)

T₃ …… $10 \times 20 \text{ cm}$ (50.0株/ m^2)

T₄ …… $15 \times 15 \text{ cm}$ (44.4株/ m^2)

T₅ …… $15 \times 20 \text{ cm}$ (33.3株/ m^2)

T₆ …… $20 \times 20 \text{ cm}$ (25.0株/ m^2)

品種はBG 34-6を用い、Water dapog育苗の12日苗(3.2葉、草丈11.5cm)を1株3本植とした。試験区内は適時、手で除草し、病虫害防除の薬剤散布は10日に1度行った。収穫調査は区の囲り2畦を除外し、残りを収穫して調査した。収量は14%水分の粒重で表わした。

3) 結果と考察

3地点の収量及び収量構成要素の調査結果を第Ⅲ・6表、第Ⅲ・7表、第Ⅲ・8表に示した。ま

た、収量と収量構成要素間の相関係数を第Ⅲ・9表に示した。第Ⅲ・9表によると、収量と最も高い相関関係をもつ構成要素は、3地点ともm²当り杓数であり、次いでm²当り穂数との相関が高い。相関係数はPeradeniyaが最も大きく、Bathalagoda、Maha - Illuppallamaの順である。m²当り杓数は平均1穂杓数よりもm²当り穂数の多少に主として依存している。

Table Ⅲ・6 Yield component data (Peradeniya)

Variety	Block	Treatment		Number of panicles per m ²	Number of spikelets per panicle	Number of spikelets per m ²	Number of ripend grains	Weight of 1000 grains	Yield/m ²
		F. L.	Spacing						
BC34-6	No. 1.	(0.5)	T 1	278.6	52.9	16,372	81.8	27.86	336
			T 2	241.2	59.0	14,301	84.0	28.10	338
			T 3	242.4	71.7	17,374	83.7	28.26	411
			T 4	232.6	66.7	15,512	84.2	28.13	367
			T 5	229.3	76.1	17,477	81.7	27.76	396
			T 6	181.6	78.6	14,267	84.0	27.19	326
	No. 2.	(1.0)	T 1	368.3	71.9	26,535	82.0	29.21	633
			T 2	337.0	91.9	26,886	84.6	28.83	642
			T 3	332.9	71.3	23,732	83.5	28.69	568
			T 4	302.1	80.9	24,310	82.5	28.57	570
			T 5	240.6	102.6	24,287	81.8	28.17	560
			T 6	255.7	100.5	25,707	81.1	28.12	586
	No. 3.	(1.5)	T 1	412.9	64.6	26,093	79.4	28.87	597
			T 2	331.8	73.5	24,390	82.8	28.99	586
			T 3	316.2	79.9	24,145	86.2	28.74	624
			T 4	303.2	75.2	22,802	85.8	28.56	558
			T 5	287.1	83.1	23,852	83.9	28.64	573
			T 6	256.1	89.9	25,260	82.7	28.20	571
	No. 4.	(2.0)	T 1	432.2	64.9	26,985	76.0	28.72	594
			T 2	365.0	73.0	26,577	79.5	28.85	618
			T 3	327.2	74.3	24,284	82.2	28.61	576
			T 4	316.0	82.0	25,885	81.3	28.33	602
			T 5	332.1	78.4	25,811	84.5	28.53	629
			T 6	246.3	109.6	26,979	81.2	28.36	622

Fertilizer : 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, of Department of Agriculture recommendation.

Spacing : T1: 10×10 (100hills/m²) T2: 10×15 (66.7hills/m²)

T3: 10×20 (50.0hills/m²) T4: 15×15 (44.4hills/m²)

T5: 15×20 (33.3hills/m²) T6: 20×20 (25.0hills/m²)

Table III · 7 Yield component data (Bathalagoda)

Variety	Block	Treatment		Number of panicles per m ²	Number of spikelets per panicle	Number of spikelets per m ²	Number of ripent grains	Weight of 1000 grains	Yield / m ²
		F. L.	Spacing						
BG34-6	No. 1.	(0.5)	T 1	281.9	97.6	27,492	746	27.94	574
			T 2	270.5	93.3	23,226	77.3	28.18	547
			T 3	238.7	102.9	24,593	79.0	27.63	535
			T 4	278.4	121.1	28,345	76.9	26.82	587
			T 5	228.8	103.4	20,209	81.1	27.55	451
			T 6	230.9	113.3	23,153	81.3	27.14	577
	No. 2.	(1.0)	T 1	289.8	101.9	29,532	70.7	28.66	439
			T 2	279.5	106.0	29,582	75.8	28.24	634
			T 3	262.0	101.6	26,612	78.1	27.72	577
			T 4	251.6	105.9	26,641	77.5	28.12	580
			T 5	214.1	93.9	20,148	78.2	27.87	447
			T 6	235.2	123.7	29,098	78.0	27.96	635
	No. 3.	(1.5)	T 1	302.8	94.6	28,596	72.5	27.97	581
			T 2	267.8	108.1	28,895	72.3	28.16	589
			T 3	269.5	103.6	27,920	78.2	27.96	611
			T 4	272.8	105.2	28,691	77.3	27.93	628
			T 5	213.1	105.7	22,521	74.3	26.67	447
			T 6	233.8	124.5	25,638	70.6	25.95	535
	No. 4.	(2.0)	T 1	272.4	111.3	30,219	69.7	28.56	601
			T 2	255.7	114.5	29,374	66.6	26.62	520
			T 3	258.2	117.1	30,192	74.0	27.75	554
			T 4	264.5	109.5	28,972	76.2	27.66	611
			T 5	208.9	101.6	21,220	74.0	27.37	432
			T 6	262.3	115.1	30,198	73.6		590

Table III · 8 Yield component data (Maha - Illuppallama)

Variety	Block	Treatment		Number of panicles per m ²	Number of spikelets per panicle	Number of spikelets per m ²	Number of grains	Weight of 1000 grains	Yield / m ²
		F. L.	Spacing						
BG34-6	No. 1.	(0.5)	T 1	333.2	75.1	25,023	79.8	26.90	535
			T 2	269.6	105.2	28,362	86.2	27.17	588
			T 3	296.4	85.1	25,224	84.3	27.12	580
			T 4	303.1	79.4	24,066	85.4	27.12	557
			T 5	300.4	82.4	24,753	86.7	27.26	579
			T 6	322.0	82.9	26,694	85.9	26.72	610
	No. 2.	(1.0)	T 1	376.3	76.0	28,599	85.8	26.76	654
			T 2	348.6	79.7	27,783	85.1	25.96	610
			T 3	339.2	80.7	27,375	84.1	26.71	611
			T 4	330.2	86.1	28,430	84.5	26.67	622
			T 5	379.1	77.5	29,380	80.8	26.25	620
			T 6	302.2	95.4	28,830	80.7	26.55	617
	No. 3.	(1.5)	T 1	382.7	86.5	33,104	68.7	25.92	576
			T 2	399.2	84.4	33,693	68.1	26.09	594
			T 3	394.1	84.3	33,223	68.7	25.70	580
			T 4	340.8	94.2	32,103	69.1	26.28	580
			T 5	336.6	95.5	32,145	72.7	26.20	611
			T 6	319.2	99.1	31,633	78.5	26.62	647
	No. 4.	(2.0)	T 1	386.6	82.9	32,049	84.6	26.46	713
			T 2	405.0	78.0	31,590	82.3	26.65	693
			T 3	428.7	81.1	34,768	79.0	26.50	725
			T 4	368.5	93.3	34,381	77.0	25.90	685
			T 5	365.4	87.6	32,009	82.3	26.16	684
			T 6	338.0	102.1	34,520	78.6	26.60	701

Table III • 9 Correlations among yield and components.
Correlation Matrix

Location : Peradeniya				Yield (m ²)	
Variety : BG 34-6				Wt. of 1,000 grain	*** 0.7791
n = 24				% of ripend grain	-0.1304 -0.1903
			Number of spikelet / m ²	-0.3349	*** 0.7348 0.9844
		Number of spikelet / panicle	0.4690 *	0.0659	-0.0530 0.4686 **
Number of Panicle (m ²)	-0.3028	0.6772 ***	-0.4626 *	0.8238 ***	0.6576 ***

Location : Bathalagoda.				Yield (m ²)	
Variety : BG 34-6				Wt. of 1,000 grain	0.1858
n = 24				% of ripend grain	0.1443 0.11098
			Number of spikelet / m ²	-0.4842 *	-0.2208 0.6843 ***
		Number of spikelet / panicle	0.3730	-0.2071	-0.5217 ** 0.3257
Number of Panicle (m ²)	-0.1351	0.7736 ***	-0.2920	0.4366 *	0.5399 **

Location : Maha-Illuppallama.				Yield (m ²)	
Variety : BG 34-6				Wt. of 1,000 grain	-0.1988
n = 24				% of ripend grain	*** 0.6962 0.1495
			Number of spikelet / m ²	*** -0.6880	*** -0.7119 0.6059 ***
		Number of spikelet / panicle	0.3785	-0.2394	-0.0374 0.1124
Number of Panicle (m ²)	-0.4283 *	0.6702 ***	-0.4354 *	*** -0.6413	*** 0.5124 **

Significant Level : * (0.05) , ** (0.01) , *** (0.001)

m²当り粒数と登熟歩合や1000粒重など、登熟要素との関係は地点によって相異がみられた。Peradeniyaでは、m²当り粒数と1000粒重は正の相関であったが、Maha - Illuppallamaではm²当り粒数と登熟歩合、1000粒重の間に、負の相関があった。BathalogodaでもMaha - Illuppallamaと同傾向であった。

第Ⅲ・20図は各地のm²当り粒数と収量との関係図である。Peradeniyaでは粒数が14000～27000、収量が330～630g/m²の範囲にある。Bathalogodaではそれぞれ18000～30000、400～630g/m²、また、Maha - Illuppallamaでは、それぞれ、25000～35000、550～730g/m²の範囲にある。全体としては粒数と収量に正の相関が認められるが、地点別にみると、Maha - Illuppallamaでは粒数が3200～33000付近で収量が下降する場合があります、また Bathalogodaでは約30000を越えると収量が下降する傾向がみられる。これは前述のように、両地点ではm²当り粒数と登熟要素の間に負の相関があることと符合する。収量が下降に向う限界の粒数は、収量増加に関するm²当り粒数の「飽和」点とみることができ、Peradeniyaでは認められなかった。m²当り粒数に対する収量のこのような違いは、気候条件や土壌の肥沃度の地域差によるものと考えられる。この試験に関する限り、少肥条件下でもMaha - Illuppallamaに高い生産力があるとみられる。Peradeniyaでは生育量が不足している。第Ⅲ・10表は分散分析の結果である。

Table Ⅲ・10 Results of analysis of variance

TOTAL	D.F. 71	Number of panicle per m ²	Number of spikelet per panicle	Number of spikelet per m ²	% of Ripend grains	Wt. of 1,000 grains	Yield / m ²
Location (L)	2	***	***	***	***	***	***
Fertilizer level (F)	3	***	—	***	***	**	***
Spacing (S)	5	***	***	***	—	***	*
Interaction (L)×(F) (L)×(S) (F)×(S)	6	***	*	***	***	***	***
	10	**	—	***	—	***	**
	15	—	—	—	—	—	—
(Error)	30						
L. S. D. (0.05)		37.23	13.4	2313	3.47(0.36%)	0.47	65.0
L. S. D. (0.01)		50.19	18.1	3118	4.68(0.66%)	0.63	87.6
L. S. D. (0.001)		66.61	24.0	4139	6.21(1.10%)	0.84	116.3

Significant Level : * (0.05), ** (0.01), *** (0.001)

地域間差は収量及び全収量構成要素に高い有意性がみられ、施肥水準の差は平均1種粒数以外は高い有意性があり、栽植密度差は穂数、粒数に高い有意性があるが収量に対する有意水準は高くない。

以上のような収量構成の特徴から、今後の栽培技術改善の方向を考えると、Peradeniyaでは穂数、粒数など出穂前の構成要素を増加させることが必要である。Bathalogoda と Maha - Illuppallamaではm²当り粒数の水準が高いので、出穂後の登熟要素の向上が有効と考えられる。

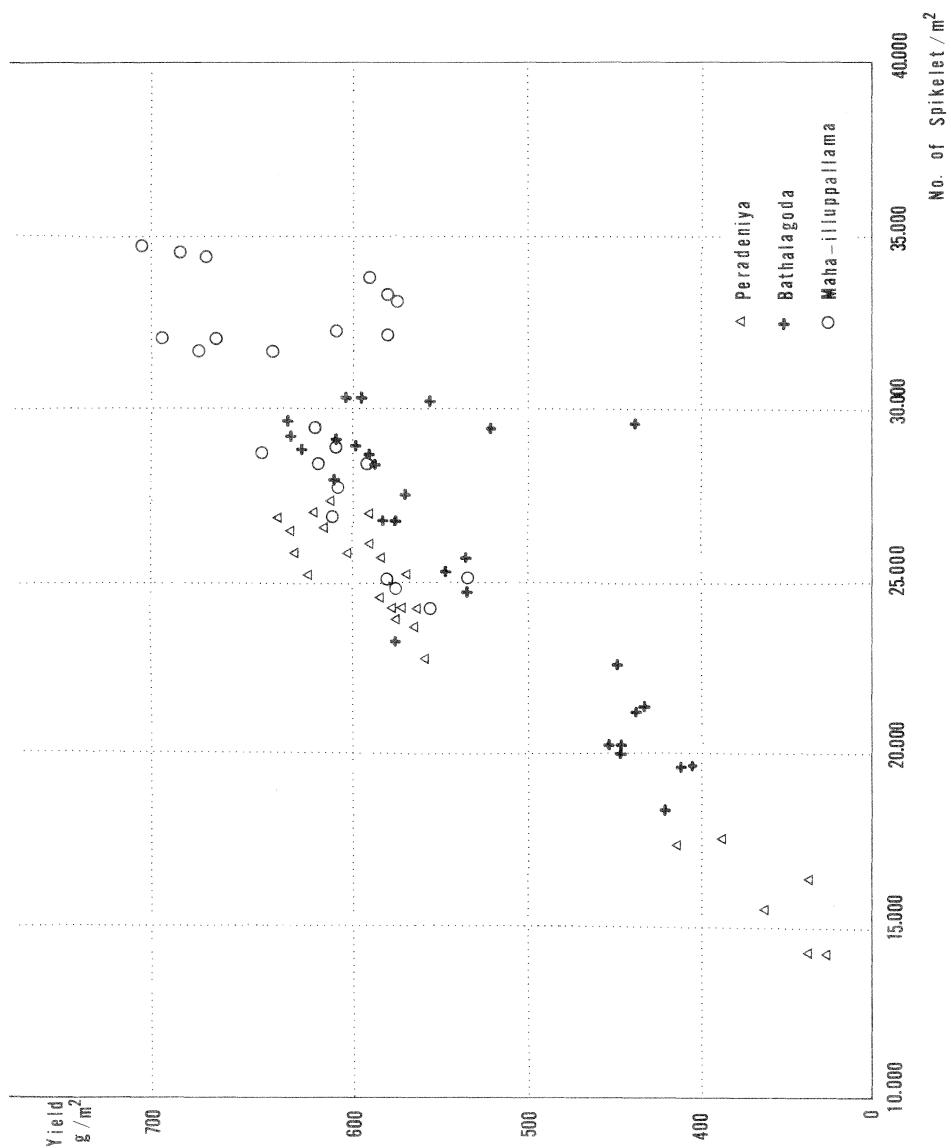


Fig. III-20 Correlation between yield and number of spikelet per m² of three specified locations — 1974 Yala (Variety : BG 34-6)

この試験では、収量構成の地域差と気候条件との関係を解析できなかったが、このような解析に適切なデータが多く集められるならば、各地域について有益な技術改良点を詳細に指摘することができるであろう。

4) 要 約

収量及び収量構成要素の地域差を知るため、主な気候帯を代表する3地点、Peradeniya (Wet zone), Bathalagoda (Intermediate zone) 及び Maha-Illuppallama (Dry zone) において、BG 34-6 品種を供試して、施肥量 (4 種類)、栽植密度 (6 種類) の組合せ試験を行った。

(i) 3 地点とも、 m^2 当り粒数と収量との間に高い相関がみられた。 m^2 当り粒数は平均 1 穂粒数よりも、主として m^2 当り穂数に依存している。

(ii) m^2 当り粒数と登熟要素との相関は Peradeniya では正、Maha-Illuppallama と Bathalagoda では負の関係であった。

(iii) Maha-Illuppallama と Bathalagoda では、 m^2 当り粒数が、それぞれ 32000~33000 粒、30000 粒以上になると収量が減少する傾向がみられた。Peradeniya ではこの傾向が認められなかった。粒数と収量との関係からみると Maha-Illuppallama は最も高い生産力を示し、Peradeniya は最も低く、Bathalagoda は中間であった。

(iv) 分散分析の結果によると、地域間差は収量と収量構成要素に高い有意性を示し、施肥水準も収量に高い有意性を示した。栽植密度差は穂数、粒数に高い有意性を示したが、収量には有意性が低かった。

(v) 栽培改善の方向として、Peradeniya では穂数や粒数の出穂前の構成要素の増加が有効であり、 m^2 当り粒数水準の高い Bathalagoda と Maha-Illuppallama では出穂後の登熟要素の改良が有益であると考えられた。

5 Peradeniya における水稻群落の日射利用特性

1) はじめに

日射は人間も含めて植物や動物の生存のエネルギー源であるが、植物だけがこの太陽エネルギーを光合成活動を通して直接に固定し、体内に有機物として貯えることができる。いかなる生物も、直接あるいは間接に、この貯蔵有機物のエネルギーに依存している。

作物の収量は基本的には植物体に貯えられた太陽エネルギーの総量に等しい。それゆえ、作物生産の究極の目的は、いかにして作物による日射の吸収と利用を増大させるかにつきる。

ある期間に地表の単位面積に達する太陽エネルギーの総量は、緯度・季節・天候などで異なる。これに対して農業技術として対応する道は、与えられる太陽エネルギーを利用する2つの過程、すなわち、群落によるエネルギー吸収 (absorptivity) と、吸収エネルギーの有機物への変換 (utility) をより効果的にすることである。

この研究の目的は、温帯地方より年間を通じて日射量の多い熱帯気候条件下で、水稻による日射の吸収・利用の実態を知ろうとするものである。

2) 試験方法

(1) 栽培法

- a. 供試品種：BG 34-6 (3¹/₂ 月品種)，BG 90-2 (4¹/₂ 月品種)
- b. 移植法：移植日は1975年5月28日，20日苗（5.6葉期），3本／株を20×20 cm（25株／m²）の密度で移植。
- c. 試験区：1区面積5×18 m = 90 m²
- d. 管理：施肥量，病虫害防除は標準による。
- e. 調査：週1回，各品種10個体を抜取り，草丈，分けつ（穂数）数，葉面積（LAI）を測定し，サンプルは70℃で7日間乾燥し乾物重を測定した。一方，同じ調査日に，圃場内の札をつけた20株について草丈，分けつ（穂数）数，葉令を調査した。

(2) 日射測定法

- a. 全天日射量：モル・ゴルチンスキー日射計で測定。補足測定として，I type ガン・ベラニ積算日射計も用いた。
- b. 反射量：農試電試型日射計を地上170 cm で地面に向けて設置して測定。
- c. 透過量：農試電試型日射計を用い，稲株の中間の地上11.5 cm に水平に設置して測定。
- d. 群落吸収日射量：全天日射量－反射量－透過量＝吸収量として算出した。

測定値は電子式自動記録計に記録し，記録紙上の各々の測定値をカーボン紙で白紙上にトレースし，白紙を切りぬいて面積計にかけて面積を測り，換算係数を乗じてcal/cm²/dayの値を得た。

3) 結果と考察

(1) 水稻の生育状態

主な生育期を第Ⅲ・11表に，生育過程を第Ⅲ・21図に，乾物重の経過及び形質別乾物割合を第Ⅲ・22図，第Ⅲ・23図に示した。収穫物調査結果は第Ⅲ・12表に示した。生育状態を品種別にみると次の通りである。

Table Ⅲ・11 Major cultivation periods

Variety	Date of Transplanting	Duration	Heading	Duration	Harvesting	Transplanting to Harvesting
BG 34-6	May 28th, 1975	58 days	July 25th	37 days	Aug. 31st	95 days
BG 90-2	May 28th, 1975	81 days	Aug. 17th	38 days	Sep. 24th	119 days

Table Ⅲ・12 Yield component data

Variety	Number of panicle	Number of spikelets per panicle	Total number of spikelets	% of ripened grain	1,000 grain weight	Yield
BG 34-6	247	159	39,273	70.6	26.39 g	732 g
BG 90-2	303	119	35,984	69.9	31.01	780

Total wt. of Spikelet	Wt. of straw	Grain/straw Ratio	Wt. of hulled grain / Wt. of grain before hulling ratio
797 g	498 g	1.6004	0.8210
823	836	0.9844	0.8280

a. BG 34-6 の生育

第Ⅲ・21図のように、草丈はほぼ直線的に増加し、移植後70日で最大(105cm)に達した。分けつ数は移植後35日で最大(16本/株)となり、最終的には10本/株となった。有効茎歩合は63%である。葉面積指数(LAI)は移植後20日頃から急速に増加し、草丈が最大となった移植後70日に最大の5.4に達した。その後、下葉の枯れ上がりが進んだため、LAIは急速に低下した。

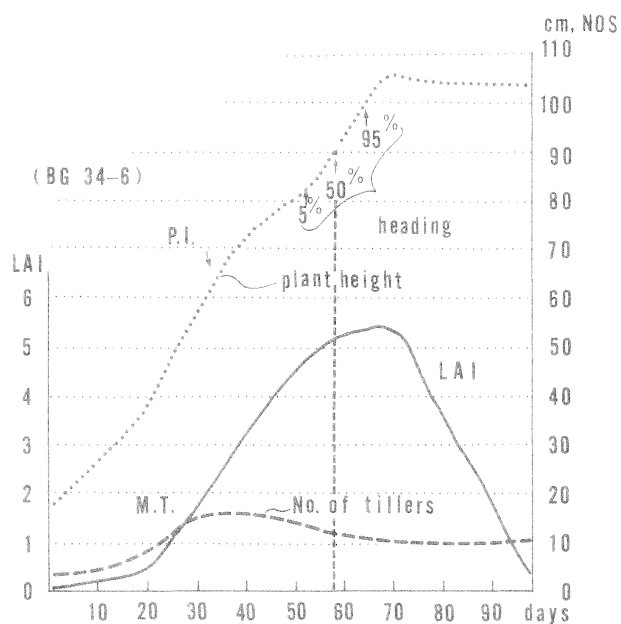
茎及び葉の乾物重は第Ⅲ・22図のように、移植後70日に最大に達した。穂の乾物重は収穫期まではほぼ直線的に増加した。全乾物重は移植後70日まで直線的に増加し、その後、増加率は減少したが、収穫期まで徐々に増加した。茎、葉、穂の乾物配分を第Ⅲ・23図でみると、BG 34-6は収穫期に乾物の68%が穂にあり、BG 90-2よりも乾物配分が効果的である。

b. BG 90-2 の生育

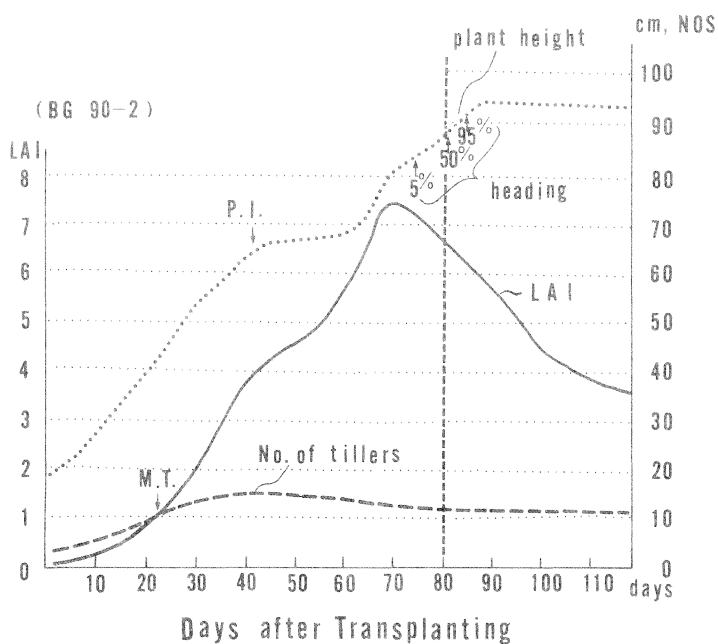
第Ⅲ・21図のように、草丈は移植後45日頃まではほぼ直線的に増加したが、その後およそ15日間lag phaseがあった。それから再び増加して移植後90日に最大(95cm)に達した。分けつ数は徐々に増加して最大(16本/株)に達し、最終的には12本/株となった。有効茎歩合は78%。LAIは移植後40日までは草丈と併行して増加し、lag phaseの間は増加速度が弱まったが、その後再び急速な増加を示し、移植後70日に最大(7.5)に達した。収穫期のLAIはおよそ3.5であった。

茎及び葉の乾物重は第Ⅲ・22図の通り、移植後70日頃までに最大に達した。茎の乾物重は、その後90日まで変化なかったが、その後105日頃まで減少し、その後再び収穫期まで増加し、BG 34-6と異なった経過を示した。穂の乾物重は移植後112日頃に最大となった。全乾物重は収穫期まで徐々に増加した。移植後105日から収穫期までの茎重の増加は、この時期に生産された過剰な炭水化物が茎に貯えられたためと考えられる。収穫期の乾物配分は、第Ⅲ・23図のように穂へ

の配分率は53%でBG 34-6より劣った。



M.T. - Maximum Tilling Stage
P. I. - Panicle Initiation (2-3mm) Stage
(% of production Tillers- 63.3%)



(% of Productive Tillers - 77.9 %)

Fig. 3-21 Grown phenomena of paddy community.

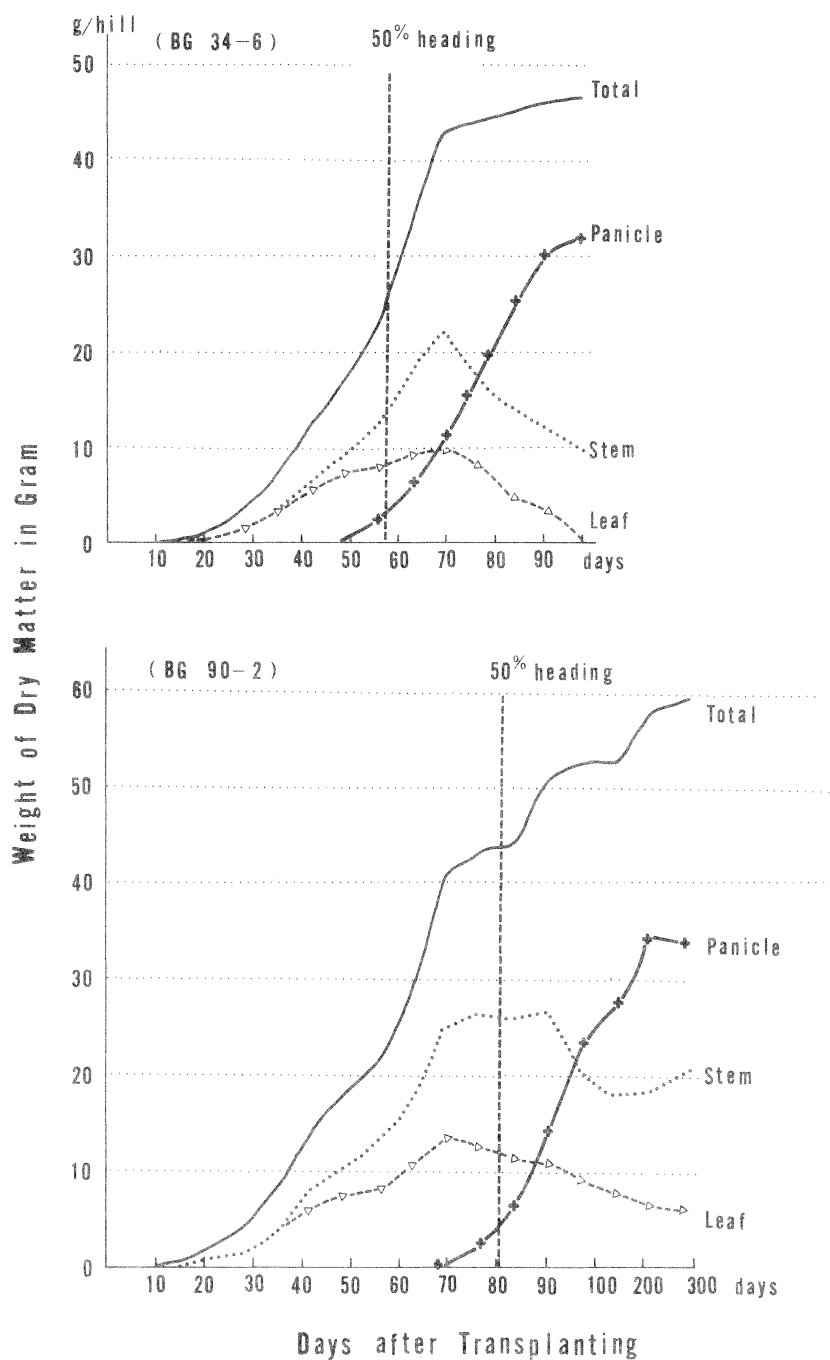


Fig. III·22 Temporal variation of dry mater of paddy shoot system.

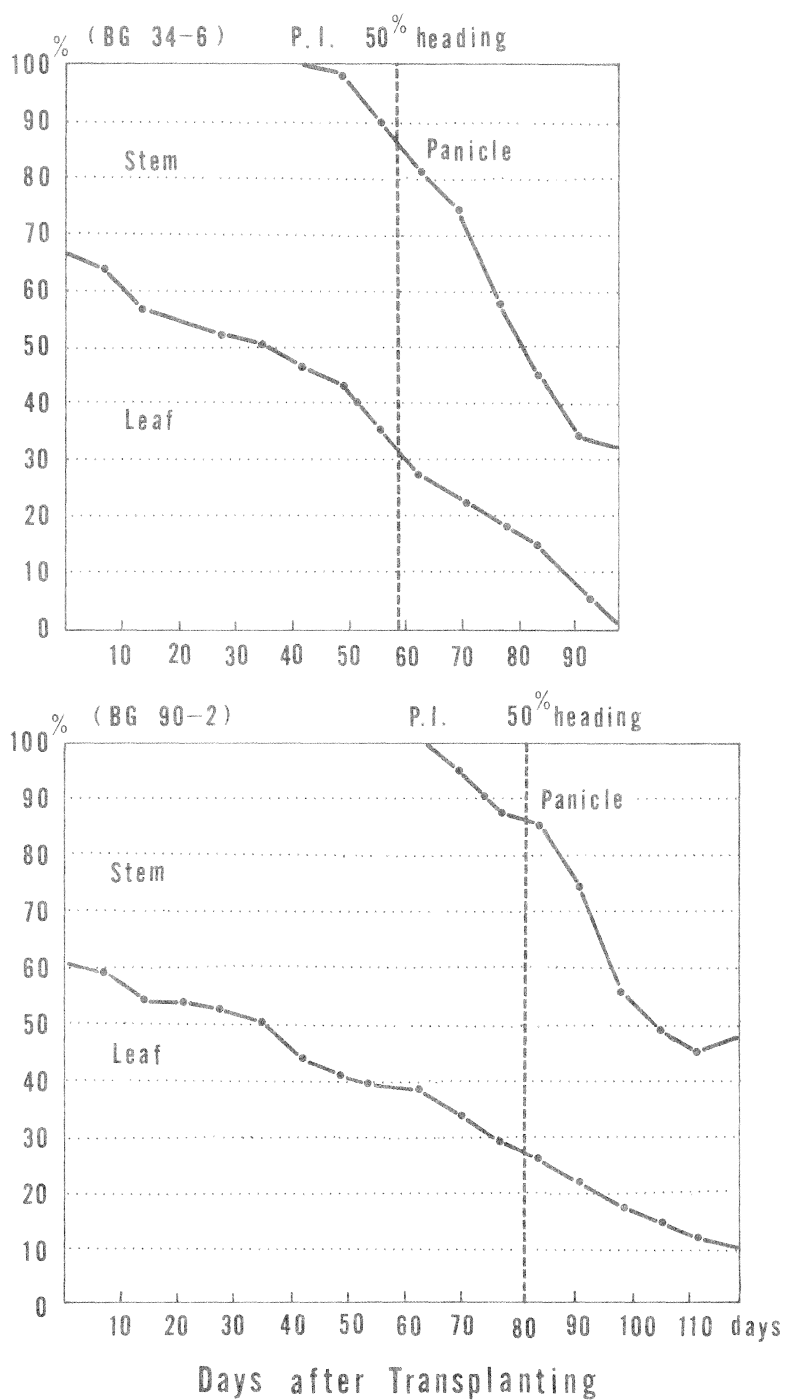


Fig. III-23 Distribution of dry matter of paddy shoot among leaf , stem and panicle at different stages of growth.

(2) 群落における日射量の変化

a. 反射量 (アルベド)

群落内における日射量の経過を、第Ⅲ・24図に全天日射量に対する比で示した。アルベドの経過はBG 34-6, BG 90-2 とほとんど相違なく、始め13%前後であったが移植後15日頃から増加し、75日頃に最大値(約23%)に達した。その後収穫期まで次第に減少した。収穫期の値は15%前後であった。

b. 透過量

BG 34-6 の透過量は移植後20日頃から減少しはじめ、移植後約80日後に最少(21%)になった。その後、下葉の枯上りがあったため漸増し、収穫期には約30%であった。BG 90-2 の場合は移植後50日頃のlag phaseの時期に特徴がみられたが、その後、漸減して移植後93日に最少となり、収穫期には約20%であった。BG 90-2 の透過量は移植後30日頃以降はBG 34-6 の場合より少なく経過した。BG 90-2 は穂数が多く茎葉の繁茂が大きかったためである。

c. 吸収量

BG 34-6 では移植後20日頃から増加しはじめ、出穂期頃に最大(約55%)に達し、その値が収穫期まで続いた。BG 90-2 では移植後50日頃のlag phaseで一時停滞したが、その後再び増加し、草丈が最大となる移植後98日頃に最大となった。全体的にBG 90-2 の吸収量はBG 34-6 の場合より多かった。

(3) 玄米の日射利用率

生育期間の1 m²当り日射量の合計は第Ⅲ・13表のようになる。移植～収穫期間の群落吸収量は、BG 34-6 では全天日射量の38.2%, BG 90-2では43.7%であった。この群落吸収日射量に対する玄米の日射利用率を求めると次のようになる。

Table Ⅲ・13 Calculation of solar radiation which fell on a unit area (one square metre) and absorbed by plant communities during specified periods

BG 34-6:

	Duration	A	B	C
(1) Transplanting to Heading	58 days	21.72×10^4 Kcal	6.10×10^4 Kcal	28.1%
(2) Heading to Harvesting	37	12.15×10^4	6.85×10^4	56.4
(3) Transplanting to Harvesting	95	33.87×10^4	12.95×10^4	38.2

BG 90-2:

	Duration	A	B	C
(1) Transplanting to Heading	81 days	29.00×10^4 Kcal	9.30×10^4 Kcal	32.1%
(2) Heading to Harvesting	38	15.21×10^4	10.01×10^4	65.8
(3) Transplanting to Harvesting	119	44.21×10^4	19.31×10^4	43.7

A Total amount of solar energy that fell on one m² during the specified period.

B Total amount of solar energy absorbed by plants which fell on a unit area (one square metre) during specified period.

C $(B \div A) \times 100$; Mean absorptivity during the specified period.

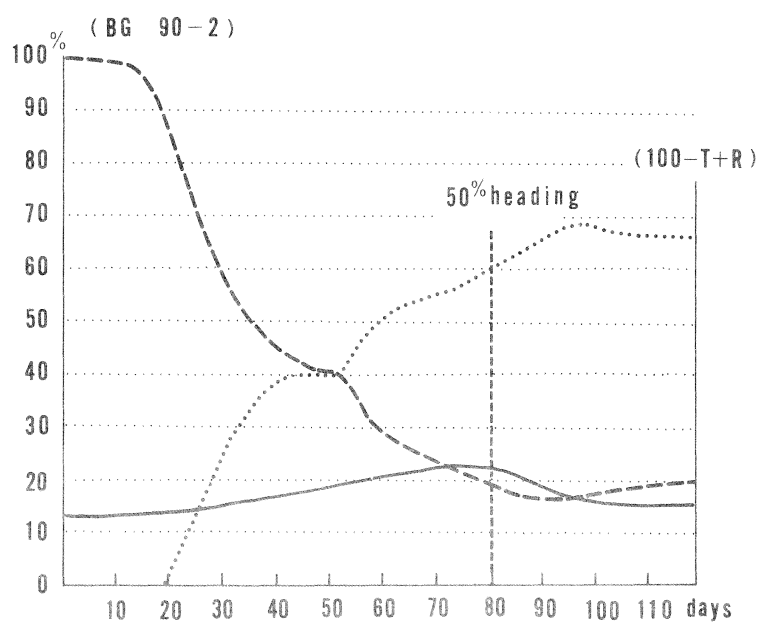
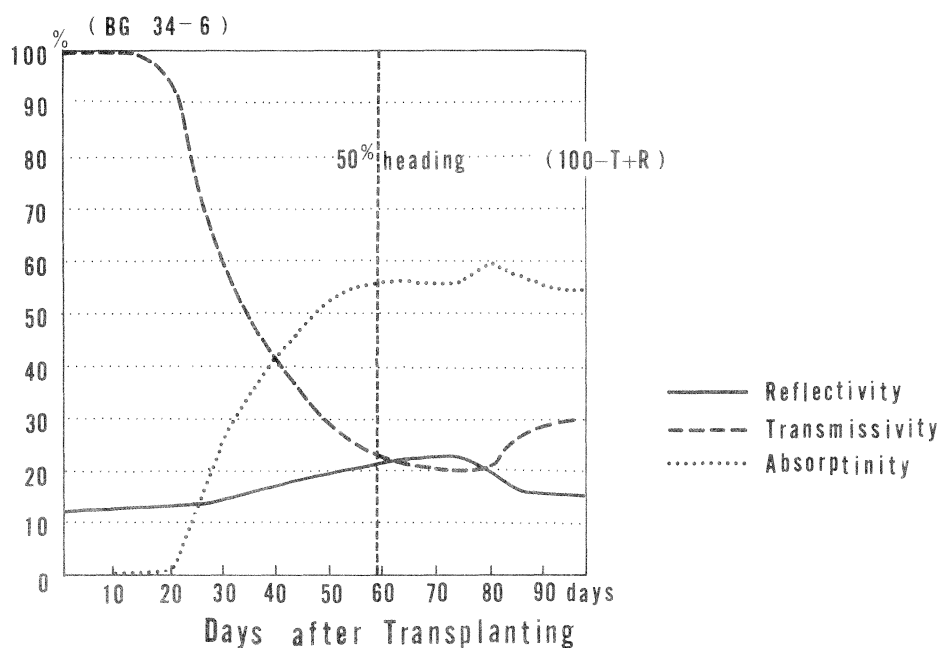


Fig. III-24 Variation of radiation reflectivity, transmissivity and absorptivity of paddy community according to growth stage.

第Ⅲ・12表の結果によるとBG 34-6の精粳収量は 732 g/m^2 ，BG 90-2では 780 g/m^2 である。これは14%水分粳であるから乾物換算として，0.86を乗じ，さらに玄米換算係数としてそれぞれ0.821及び0.828を乗ずると玄米乾物重が得られる。乾物1gを4000 calとして，玄米として固定された熱量を算出し，第Ⅲ・13表の移植～収穫期間の吸収日射量との比を求めると，玄米収量の日射利用率は次のとおりに計算された。

BG 34-6の場合

$$\left(\frac{732 \times 0.86 \times 0.821 \times 4 \times 10^3}{12.95 \times 10^7} \right) \times 100 = 1.60\%$$

BG 90-2の場合

$$\left(\frac{780 \times 0.86 \times 0.828 \times 4 \times 10^3}{19.31 \times 10^7} \right) \times 100 = 1.15\%$$

BG 90-2は生育期間のLAIが大きく日射吸収率はBG 34-6より多かったが，モミ/ワラ比が小さく，日射利用率はBG 34-6より劣った。

4) 要 約

熱帯気候条件下における水稻群落の日射の吸収・利用の実態を知るため，生育に伴う群落内日射の特徴と収量に対する日射利用率を調べた。

(i) アルベドは茎葉の繁茂につれ増加したが，最大時で約23%，そのほかは15%程度であった。品種間の差はほとんどなかった。

(ii) 群落吸収日射量は出穂期以降に最大となり，BG 34-6は56%，BG 90-2は68%に達した。移植～収穫期間の平均吸収量は，BG 34-6は38.2%，BG 90-2は43.7%であった。

(iii) 水稻の精粳収量はBG 34-6とBG 90-2がそれぞれ， 732 g/m^2 と 780 g/m^2 であった。玄米の乾物1g当り4000 calとして，移植～収穫期間の吸収日射量に対する玄米収量の日射利用率を求めると，BG 34-6の場合1.60%，BG 90-2の場合は1.15%であった。BG 90-2は吸収日射量は大きかったがモミ/ワラ比が小さく，玄米としての日射利用率はBG 34-6よりも劣った。

6 栽培期間の短縮に関する試験

1) はじめに

スリランカのような熱帯地方では，気温や日射条件は1年を通して作物生育に適しており，水があればいつでも作物生産が可能である。水が栽培にとって最大の制限要因であるが，水の供給源である降水量は量も分布もきわめて変動しやすいため，安定した栽培にはかんがい避けられない。このように貴重な水資源を有効に利用するために，栽培期間をできるだけ短縮して水の節約を図るとともに，それによってより多くの作物を栽培することができれば，土地利用の効率化にも役立つ

であろう。

この研究は、水稻の短期品種を用いて、栽培期間すなわち圃場占有期間の短縮の可能性を検討し、限られた資源の効果的な利用例を示そうとしたものである。

2) 試験方法

1975年YalaにPeradeniyaにおいて、葉令の異なる苗を同時に移植し、収量及び圃場占有日数について直播の場合と比較した。

供試品種：BG 34-6 (3¹/₂月品種)

試験区：1区面積2×3m=6m²，3反復

処理法：苗の種類9種，収穫期3種を組合せた。苗の種類は，①12日苗（Water dapog苗代）②15日苗（水苗代），③15日苗（Coir dust苗代），④20日苗（同），⑤25日苗（同），⑥30日苗（同），⑦30日苗（水苗代），⑧直播（1 bushel/acre）⑨直播（2 bushel/acre）。

収穫期は出穂期後30，35，40日の3種類。

育苗法：Water dapog 苗代 — 発芽した種子をアルミ皿の上に3～4層にまき，室内に置いて，水は必要に応じて与えた。水苗代 — 農家で普通の苗代である。施肥量その他の管理は標準による。Coir dust 苗代 — Coir dust と土を用いて，苗丈を大きくし，均一な苗を得た。

栽培法：直播以外は，1株3本植，20×20cm（25株/m²）。施肥，その他の管理は標準によった。

3) 結果と考察

(1) 生育日数の変化

各区の生育日数を第Ⅲ・25図に示した。栽培条件の違いによる生育日数の変化は，出穂まで日数の変化が著しい。出穂まで日数は，直播が74日間で最も長く，水苗代の30日苗が48日間で最も短い。一般に出穂まで日数は，第Ⅲ・26図のように，植付け時の葉数と密接な相関がある。苗代日数が長い老令苗が植えられるほど出穂まで日数が短縮され，苗の葉数が1葉増すとおよそ4日ほど短縮される。

出穂～収穫期間は，一般に栽培条件による違いが小さく35日くらいとされている。しかし，この試験では35日では短かすぎ，40日が最適収穫期と考えられた。

結局，植付け～収穫までの全生育日数は，直播が114日間で最も長く，水苗代の30日苗が78日間で最も短かく，両者の差は36日であった。全生育日数も，第Ⅲ・27図のように，植付時の葉令と相関があり，葉令の大きい苗の場合ほど，生育日数が短縮される。

(2) 収量及び日生産性（Equivalent yield/day）

収量調査結果を第Ⅲ・14表に示す。収量は311kgから493kgの範囲であったが，第Ⅲ・28図のように，おおむね生育日数の長さに比例した。生育日数が長い場合ほど収量が多い傾向がみられた。収量構成要素でみると，これは主としてm²当り穂数や稈数の差によるものと考えられる。

水あるいは土地利用の面から水稻の生産効率を考えると，耕地の作物占有期間の日生産性（収量

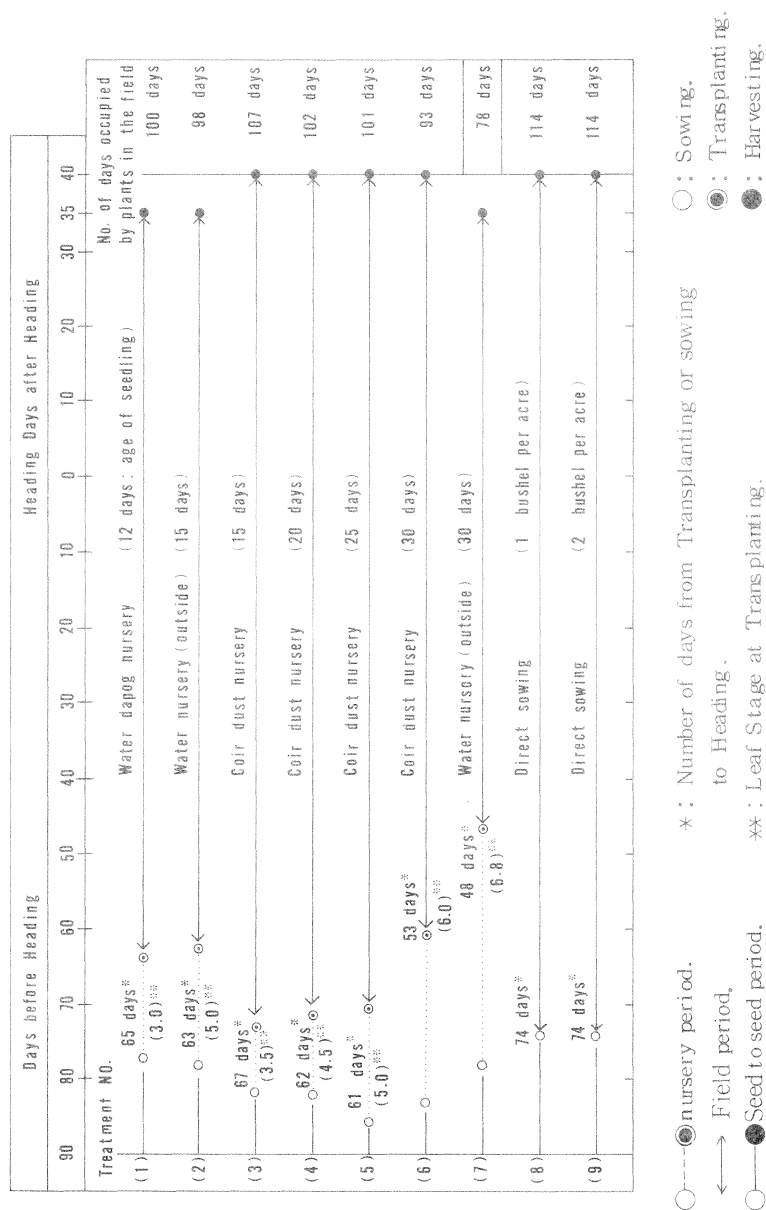
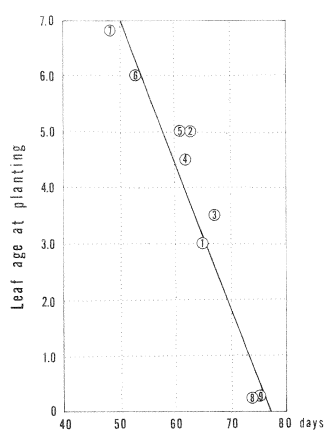


Fig. III • 25 Durations of major cultivation periods of different age of seedling.

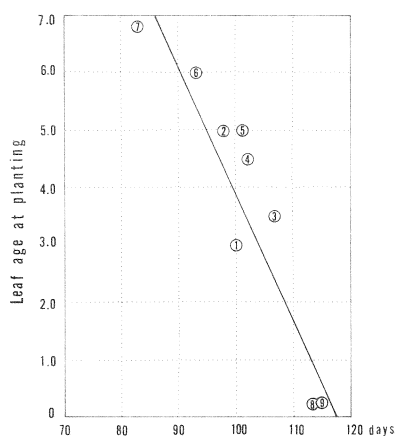
Table. III • 14 Yield and yield components data per m² and equivalent yield per day in the field of different ages of seedlings. Location : Peradeniya

	Number of Panicles	Number of spikelet / panicle	Number of Spikelet	Days after Heading	% of ripend grain	Wt. of 1,000 grain	Grain / Straw Ratio	(A)	(B)	(A) ÷ (B)
								Yield	Number of Days occupied by plants in the field	Equivalent Yield per days in the field
12 days water dapog seedling	242	887	21,516	30 35 40	62.4 69.7 70.1	2651 2679 2676	13015 13414 14531	356 402 404	95 100 105	375 ^g 402 385
15 days water Nursery seedling	220	1010	22,248	30 35 40	59.1 62.4 63.5	2728 2708 2641	13355 12925 13314	359 376 373	93 98 103	386 384 362
15 days coir dust Nursery seedling	227	946	21,456	30 35 40	60.7 65.8 71.3	2741 2716 2679	12296 14196 14118	357 383 410	97 102 107	368 375 383
20 days coir dust Nursery seedling	227	923	21,021	30 35 40	58.9 62.7 69.2	2692 2701 2685	12387 13139 13958	333 356 391	92 97 107	362 367 383
25 days coir dust Nursery seedling	228	955	21,793	30 35 40	57.0 60.8 67.3	2691 2789 2683	11788 13587 13891	334 370 394	91 96 101	367 385 390
30 days coir dust Nursery seedling	241	910	21,946	30 35 40	62.0 64.1 69.9	2738 2729 2770	13503 14618 15474	373 384 425	83 88 93	449 436 457
30 days water Nursery seedling	224	882	19,823	30 35 40	58.4 65.7 65.4	2688 2762 2779	14315 14658 16340	311 360 360	78 83 88	399 434 409
Direct sowing (1bushel /acre)	258	900	23,220	30 35 40	51.2 62.1 78.7	2702 2723 2696	11824 12555 13709	321 393 493	104 109 114	309 361 432
Direct sowing (2 bushel /acre)	320	689	22,048	30 35 40	59.3 60.9 78.1	2648 2751 2682	11464 12296 13294	346 369 462	104 109 114	333 339 405



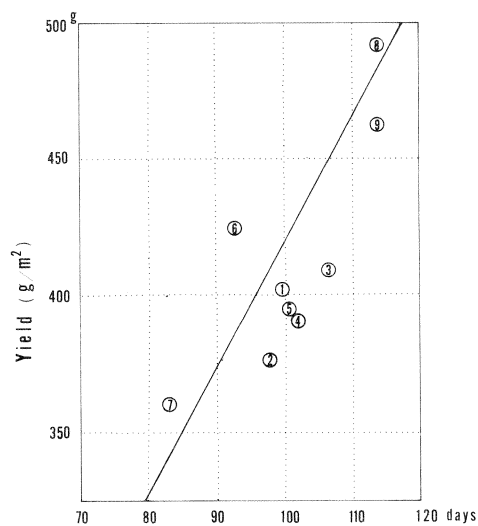
Number of days from Transplanting
(or sowing) to Heading.

Fig. III • 26 Correlation between leaf stage of seedling at planting and number of days from transplanting to heading.



Number of days occupied by plans in
the field.

Fig. III • 27 Correlation between leaf stage at planting and number of days occupied by the plants in the field.



Number of days occupied by the plants in the field.

Fig. III • 28 Correlation between field and number of days occupied by the plants in the field.

／生育日数) が、効率として考えられる。それらの値は第Ⅲ・14表に示してある。実際の収量は水苗代の30日苗が最も少なく、直播の収量が最も多いが、両者の生育日数に大きな違いがあるので、日生産性をみるとどちらもほぼ同じ値である。

この試験では老令苗(30日苗)を移植することによって、圃場占有日数を直播より36日短縮することができた。この36日は、かんがい水の節約になるばかりでなく、他の作物や次の土地利用計画に有効に利用することができるであろう。この試験では老令苗の収量は少なかったが、これは株数不足で単位面積当りの粒数確保が少なかったためである。苗質を向上するとともに移植株数を増加し、増肥などの改善をはかれば、老令苗でも増収が可能であろう。

Peradeniyaの気候下で、短期品種の老令苗を移植する方法で、圃場占有日数80日以内に500 g/m²以上の収量を得るための構成要素の組合せとしては、次のような値が考えられる。すなわち、収量をm²当り穂数、平均1穂粒数、登熟歩合、1000粒重の積として表わすと、

$$3000 \times 85 \text{粒} \times 0.75 \times 27.5 \times 10^{-3} = 516 \text{g/m}^2$$

これは面積当り移植株数を増やし、苗質の向上をはかるなどによって実現することができよう。

4) 要 約

短期品種を活用することによって、可能なかぎり水稻の圃場占有期間を短縮し、水や土地など限られた資源を有効利用することを検討した。

(i) 直播及び苗令の異なる苗を移植し、栽培した結果、圃場占有日数(生育日数)は老令苗を用いるほど短縮することが知られた。これは主として移植～出穂期間の短縮によるものである。

(ii) 圃場占有日数が最も短かったのは、この試験の最老令苗である水苗代30日苗の場合で78日、最も長かったのは直播の114日で、その差は36日であった。36日の短縮はかんがい水の節約やその後の土地利用に有意義と考えられた。

(iii) 収量は圃場占有日数にほぼ比例し、直播が493 g/m²で最も多く、水苗代30日苗は360 g/m²で最も少なかった。水苗代30日苗の低収は単位面積当り株数不足が原因であり、株数を増加することで増収が可能と考えられた。

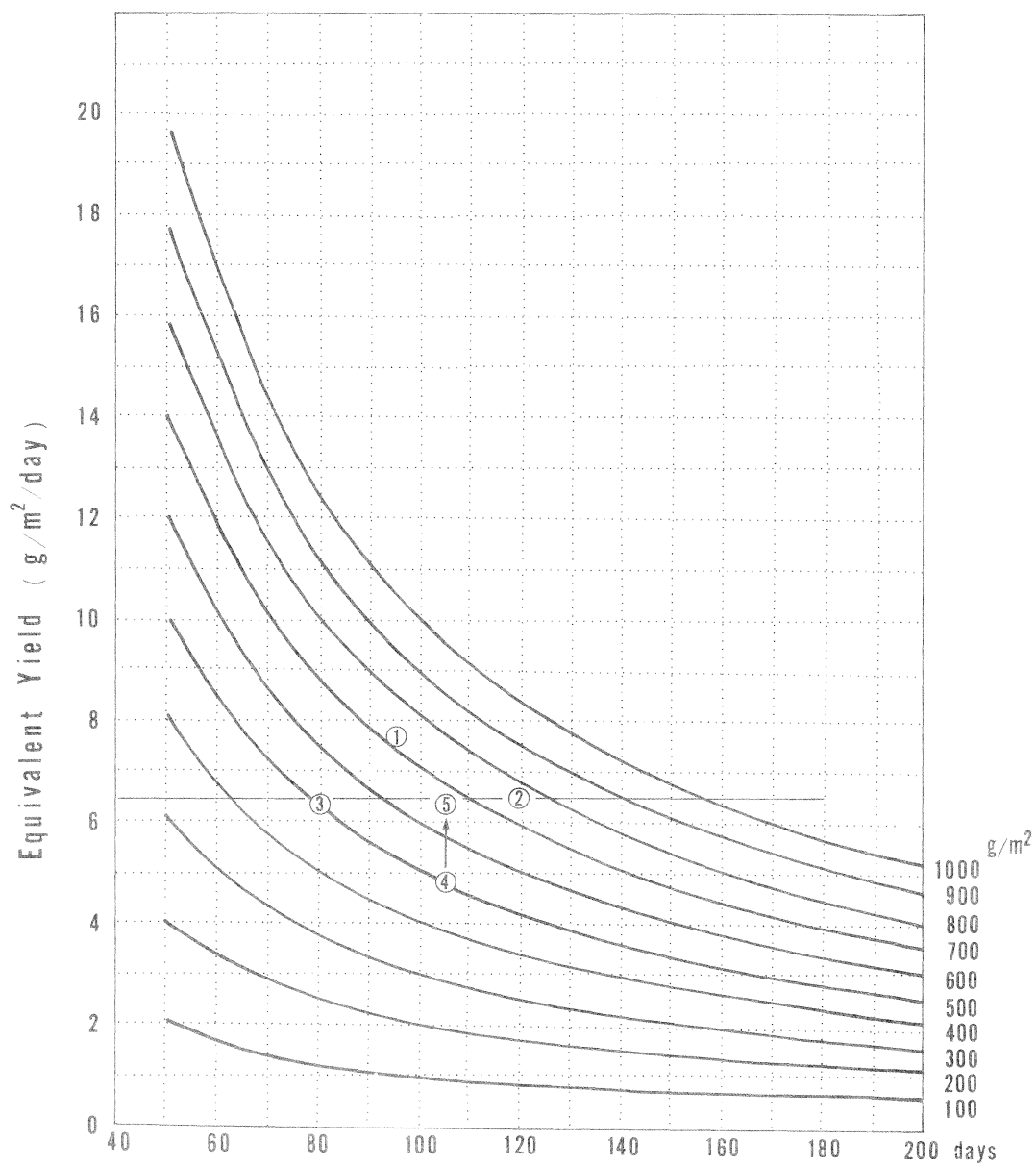
(iv) 日生産性(収量／圃場占有日数)は直播と水苗代30日苗は、ほぼ同程度であった。

(v) Peradeniyaにおいて、短期品種と適当な技術を用いることによって、圃場占有日数80日以内に500 g/m²の収量を得ることが可能と考えられた。

7 総合考察

1) スリランカにおける農業気候資源の有効利用

スリランカでは温度と日射量は年間を通して豊富な気候資源であるが、水が稲作にとって大きな限定要因となっている。水稻生産量の増加のためには、単位面積当り収量の増大、耕地の拡張、耕地の周年利用などが必要であるが、水の供給が主として降雨に依存しているため、水の利用が制限され、収量増大や耕地の利用・拡大を困難にしている。このことは、温度や日射の豊富な気候資源



Number of days occupied by plants in the field.

Fig. III·29 Grain yield in relation to number of days occupied by plants in the field (per m^2)

が、水のため十分に利用できないことを意味している。

季節によって不均一な降雨を有効に利用し、作柄を安定にさせるためには、貯水・灌漑施設の充実が必要である。しかし、それには巨額の投資が必要であり、水はより高価なものとなる。また灌漑施設により耕地が拡大されれば水の需要量が増し、水はなお一層貴重な資源になるであろう。したがって、水利用の効率化は気候資源の活用にとって、極めて大きな役割をもっている。

水の利用効率を上げるには、収量を増大し単位水量当りの生産を大きくすること、水の消費期間、すなわち、栽培期間を短縮することが考えられる。もし、これらの効率が倍加されるならば、農業への利用可能水量が倍加されることになり、耕地の拡大や耕地利用の増大が可能になる。しかし、これを達成するためには、水量ばかりでなく、温度や日射量の利用効率の向上についての研究が併行されなければならない。要するに、Ⅱに述べた気候条件によく適合し、利用効率が大きい、最適な作物・品種・栽培システムを確立し、発展させることが重要である。

このような見地から、水稻品種がもつべき望ましい特性として、次のようなものが考えられる。

- (i) 単位水量当りより高い収量をあげる能力
- (ii) 高温条件を生育促進に変える能力
- (iii) 日射をより多く有機体エネルギーに変える能力
- (iv) 高い日射強度を利用する能力
- (v) 栽培期間を短縮する能力

収量を増大し単位水量当りの生産を大きくするためには、今後、いろいろな面からの研究が必要であるが、栽培期間の短縮については、短期品種グループの特性を利用して行うことが可能である。

2) 短期品種グループによる農業気候資源の有効利用

Ⅲの試験の結果から、水稻短期品種グループ（BG 34-6, BG 34-8 などの3～3 $\frac{1}{2}$ 月品種群）は高い収量ポテンシャルを持っていることが知られた。もし、この収量ポテンシャルが活用できるならば、短期の栽培期間で多収をあげることが可能となり、結局は水の消費期間を短縮し、水を有効に利用することになる。

Ⅲ-6の試験では、短期品種の老令苗を移植することで、栽培期間、すなわち圃場占有日数を短縮し、水の節約の可能なことが知られた。作物の一定水準以上の収量をあげるには、それなりの生長量の確保が必要であり、また、それなりの栄養生長期間を要する。しかし、高温条件が生育促進に顕著に作用するBG 34-6のような短期品種群は、生長のlog phase現象がなく急速に生長し、もみ／わら比が高く、生産効率がよい特性をもっている。これらの特性を活用して本田1日当りの生産量をあげ、生産期間を短縮することは、年に2作、3作が可能な熱帯地方では重要な条件をもっている。

Ⅲ-5の試験で、3 $\frac{1}{2}$ 月品種のBG 34-6と4 $\frac{1}{2}$ 月品種のBG 90-2の収量を比較すると、それぞれ、732 g/m²と780 g/m²で、BG 90-2の方がまさっている。しかし、生育日数をみると、

BG 34-6 の 95 日に対し、BG 90-2 は 119 日を要している。BG 90-2 の収量は BG 34-6 より 48 g/m^2 多いが、これは 24 日多い圃場占有日数に負っていると考えることができる。

Ⅲ-6 の試験で知られたように、圃場占有日数が短くなると一般に収量は低下するが、圃場占有日数と収量及び本田栽培期間（圃場占有日数）1 日当りの生産量を示す日生産性（収量／圃場占有日数）の関係は、第Ⅲ・29 図のように表わされる。Ⅲ-5 の試験の BG 90-2 の収量は 780 g/m^2 であるが、日生産性は $6.55 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ （図の②）に対し、BG 34-6 は収量は少ないが、日生産性としては $7.71 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ （図の①）をあげている。このことは、水や耕地の利用効率からみると BG 34-6 の方がすぐれているとみるべきであろう。また、先に論じたように短期品種の老令苗を移植し、80 日以内に 500 g/m^2 の収量をあげることができるならば、その日生産性は $6.25 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ で図中に③で示される。同じ収量を直播で得ようとする、およそ 105 日を要し、その場合、日生産性は④で示されるように $4.76 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ にすぎない。直播で老令苗と同じ日生産をもつには、⑤で示されるように、105 日で約 650 g/m^2 の収量をあげなければならないことがわかる。要するに、日生産性が高いことは、同じ収量をあげるのに圃場占有日数が少なくすむことを意味している。つまり、短期間に効率のよい生産を行うことになり、水など限定された気候資源や土地の有効な利用法と考えられる。このような観点から、種々の栽培条件下の日生産性を評価し、もっとも効果的な品種や栽培型を見出すことが農業気候資源の有効利用にとって大切である。

Ⅳ 結 語

スリランカでの 5 年間の実験・調査を通して、熱帯の国々は極めて豊富な農業気候資源を持っているが、その制限要因は水であることを痛切に感じた。もし、水の有効利用をはかることができれば、人類はまだ多くの食糧を得ることは可能であろう。そのためには、治山治水をはかることはいうまでもないが、熱帯の気候を十分に利用しうる品種の選抜や栽培方法を含む営農システムの検討が必要である。それを達成するためには、次の事項の実施や研究が考えられる。

- (i) 農業に利用しうる、きめの細かい気候区の設定のための農業気象観測網の強化
- (ii) 水稻の生育・収量予測並びに潜在生産力評価のための作物気象の研究
- (iii) 水の有効利用にかかわる短期品種の水利用に関する栽培研究
- (iv) 水の利用効率からする短期品種の育種計画
- (v) 土壌肥沃度の保持に関する栽培学的研究

終りに当って、筆者は農業気候学の分野がスリランカの農業生産に対して演ずべき実際の役割を指摘しておきたい。

(i) 農業気候資源の定量的評価を行い、地域の特徴を明確にすること。このためには、連続した正確な気象データの観測・収集が必要である。そのさい、熱収支・水収支に特別の注意を払うべき

である。

(ii) その結果，気候条件に適合する作物の育種や栽培，動物の飼養管理技術について，改善の方向が指摘されよう。

(iii) このように，農業気候研究は農業技術に直接寄与することは少ないとともに，技術発展の方向に指針を与え，気候資源の効率化をはかる点で大きく寄与しうるものである。

引用文献

- 1) Berliand, T. G (1962): Geographical regularities of the solar radiation regime. Trudy usesoyuzu, Nauchm, Soveshchaniya, Vol. IV, Gidrometeoizdat.
- 2) 伊達 了 (1963): 東北地方の水稲栽培期間の決定方法に関する農業気象学的研究。東北農試研報28, 1-41.
- 3) 羽生寿郎 (1962): 本邦における夏季の気温日変化の型。農業気象18, 105-108.
- 4) 羽生寿郎ら (1966a): 北日本における水稲直播栽培の適地・適期の決定方法に関する農業気象学的研究。東北農試研報34, 1-25.
- 5) 羽生寿郎ら (1966b): Studies on the agro-climatological method for expressing the paddy rice products, Part 1, 東北農試研報34, 27-36.
- 6) 土屋 巖 (1964): セイロン, アジアの気候。畠山久尚監修, 古今書院, 110-111.
- 7) 内島立郎ら (1964): 標高が異なる地域内の作物栽培期間の推定方法に関する農業気象学的考察。東北農試研報30, 1-12.
- 8) 内島立郎ら (1967): 本邦における水稲の気候登熟量示数の地域性について。農業気象22, 137-142.
- 9) 八柳三郎 (1960): 東北地方における稲の計画栽培について。農業及び園芸35.

Some Agro-Climatic Aspects of Paddy Cultivation in Sri Lanka

T. OKAMOTO, K. P. ALWIS, P. PONNAMPALAVANAR and W. S. ALLES

Summary

The author arrived in Sri Lanka in March, 1971, and worked there, until March, 1976. The assignment was to carry out studies on the agro-climatic aspects of rice cultivation.

This report consists of two main parts. In the first part, exsisting climatic and meteorological data are analysed along with meteorological findings obtained using various instruments. The second part deals with field studies on the relationship between the climate and rice crop cultivation.

METEOROLOGICAL AND CLIMATIC STUDIES

1. Rainfall studies

- (1) Rainfall expectancy in relation to planting dates for selecting growing periods at three locations.

In this study, statistical analysis of daily rainfall data of three stations, namely, Peradeniya (Wet zone), Kurunegala (Inter-mediate zone) and Maha-Illuppallama (Dry zone), respectively, was performed. The accumulated rainfall values for four different percentages of expectancy, namely, 30, 50, 70 and 90% for 50, 70 and 100 day periods (Pre-heading period) from each planting date, and

for 35 day period from each heading date (Post-heading period) were calculated for three stations.

(2) Rainfall expectancy on a daily basis for three locations.

Percentage of rainy days throughout a year was calculated. There are three major peaks of rainy day percentage; during the month of April, in June and in the later part of October and early November, in Peradeniya and Kurunegala. In Maha-Illuppallama, there are two major peaks in April and in the later part of October. The peaks during the month of April and in the later part of October and early November coincide with Yala and Maha rains, respectively.

(3) Daily accumulated rainfall studies.

Average accumulated rainfall curves (for a normal year) starting from January 1st were calculated for three locations, namely, Peradeniya, Kurunegala and Maha-Illuppallama, and the accumulated rainfall curves established from 1971 to 1975 for three locations were drawn and compared with the normal curves.

(4) Diurnal pattern of rainfall distribution.

In locations such as Peradeniya, Bathalagoda and Maha-Illuppallama, the incidence of rain from January to March, and October to November, occurred in the afternoon. This may be due to convectional rain. In Peradeniya and Bathalagoda, from May to August, and during the month of December in all three locations, there was no special diurnal pattern. This may be due to the South-West and North-East monsoons. In Maha-Illuppallama during the South West-monsoon period, rainfall occurred in the afternoon.

2. Temperature studies

(1) Difference between daily thermograph mean temperature

and conventional daily mean temperature.

The conventional mean was always higher than the real mean at all locations and during the Whole month. Mean difference values were the highest at Maha-Illuppallama. At Peradeniya and Bathalagoda they were almost identical. The seasonal variation was the highest at Peradeniya and the lowest at Maha-Illuppallama.

(2) Example of a vertical temperature profile in a rice field.

The vertical profile of minimum temperature is almost of a "Radiation" type, namely, the temperatures of deeper layers of the soil are higher than those of the soil surface, water and air. In the case of mean temperature, the problem is more complicated as a result of variations in maximum and minimum temperatures. When LAI is low, generally, the water and soil surface temperature is higher and that of the air is lower, but when LAI increases, the difference becomes smaller.

(3) Variation of air temperature at different elevations.

At Pasyala (45m above sea level), Peradeniya (457m), Pussellawa (966m), Ramboda (1295m) and Nuwara-Eliya (1895m) which are located on the western slope of the island, daily air temperatures were recorded from June to December, 1974. The decrease in air temperature with elevation for maximum, mean, minimum temperatures was 0.64°C , 0.54°C and $0.36^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ respectively.

3. Solar radiation studies

(1) Correlation of solar radiation energy with sunshine hours.

The correlation is statistically very high and significant when these values are treated on a mass scale

and for a long period like a year. The monthly correlations are high in some months but show marked variations.

- (2) Direct and diffused solar radiation during a season at Peradeniya.

The measurement of global, direct and diffused radiation energy was carried out during a cultivation period at Peradeniya from May 29th to September 24th, 1975. The average amount of global-radiation was 356.5ly/day in which direct-radiation was 148.8ly/day (42%) and diffused-radiation was 207.7ly/day (58%). C.V. of diffused-radiation during this period was 22.6% against 90.0% of direct-radiation. Diffused-radiation was very steady.

- (3) Comparison of measurements with three types of apparatus measuring solar radiations.

Comparison between Moll-Gorczynski type and Gunn-Bellani I-type showed the highest correlation and reliability. Comparison between Moll-Gorczynski and Actinograph showed fairly high correlation but scattering was noticeable. Taking various aspects into consideration, the use of Gunn-Bellani I-type could be recommended provided the maximum measurable value is 700 ly/day or more.

4. Wind speed studies

Pattern of wind speed was investigated for specified months in Peradeniya, Bathalagoda and Maha-Illu pallama. From the month of May to September when south-west monsoon prevails, the wind speed is high in all three locations. The wind prevailing during this season in Maha-Illuppallama is very dry, strong and heated. This phenomenon can be called "Foehn".

FIELD STUDIES ON THE RELATIONSHIP BETWEEN CLIMATE AND RICE CROP CULTIVATION

1. Modification of water temperature by use of O.E.D.

Performance of O.E.D., an evaporation-suppressing agent thereby rising water temperature, was tested in the hill country where low temperature is one of the limiting factors of paddy cultivation. The effect of O.E.D. was remarkable when the water surface was exposed to direct sunshine. The correct use of O.E.D. in some areas and/or seasons might have good effect both on growth and yield of rice. Furthermore, the loss of water by evaporation could be mitigated.

2. Time of planting experiments.

Attempts were made to find out relationships between growth and climatic conditions in the field at three representative locations of major climatic zones, namely, Peradeniya, Bathalagoda and Maha-Illuppallama. Planting of 6 varieties of different age groups was done almost every month from October 1971 through July 1974. Seasonal variations of yield and number of panicle per unit area were observed in all varieties and location. There were two peaks in a year, although varietal and topographical differences could also be observed.

3. Influence of solar energy level on post-heading yield components.

Cheese cloth with different shading ratios of 32%, 55% and 82% respectively, was installed above the plant canopy after the initiation of heading to supply different levels of solar energy. Influence of solar energy level on post-heading yield components varied with the quantity of solar energy and also with the number spikelets per unit area (per-heading components).

4. Differences in yield components of an irrigated rice crop planted at three locations.

To determine the topographical differences in yield and yield components, trials were conducted at three locations, namely Peradeniya, Bathalagoda and Maha-Illuppallama. At all locations, number of spikelets per m² showed highest correlation with yield. When the number of spikelets exceeded a certain level, the yield did not increase. This saturated point was observed at Bathalagoda and Maha-Illuppallama but not at Peradeniya, Maha-Illuppallama showed the highest potential of production, Peradeniya the lowest and Bathalagoda an intermediate one.

5. Absorption and utilization of solar energy by rice crop community at Peradeniya.

The total amount of stored energy in the form of absolute dry weight of hulled grains was 207×10^4 cal/m² and 222×10^4 cal/m² for BG 34-6 and BG 90-2, respectively. As compared with the energy values which were absorbed by plant communities, during a cultivation period, the utilization of absorbed solar energy as hulled grain was 1.60% and 1.15% for BG 34-6 and BG 90-2, respectively.

6. Experiment to determine the efficiency of practical methods utilizing limited physical resources under irrigated conditions.

An attempt was made to utilize more efficiently water, land and time. The purpose was to shorten the duration of cultivation of plants in the field as much as possible, by making optimum use of tropical climatic conditions and younger variety of paddy (BG 34-6).

As a result of experiments where seedlings of different ages were planted, the shortest number of days required by plants in the field was 78 days for 30 day old

nursery seedlings, and the longest one was 114 days in case of direct sowing, the difference amounting to 36 days. Equivalent yield per day in the field (efficiency of production per day) was more or less the same in direct sowing and 30 day old nursery seedlings. Therefore, the 36 days gained by using 30 day old seedlings enabled to save irrigation water, making it possible to cultivate more crops on the same land, etc. Therefore it will be possible to obtain a yield of 500g/m² within about 80 days from transplanting to harvesting at Peradeniya by using short month varieties of paddy and proper techniques.

< 付 録 >

Coir dust 苗代について

Coir dust はココナツ殻から繊維を取った残りのズイやコルクなどである。ふつう、利用されないで繊維工場の近くに堆積して放置してある。これは肥料分はほとんどないが、重さで約8倍の水分を保持することができ、苗の培地として利用性があるとおもわれた。筆者は、研究上、Water dapog 苗より均質で草丈が高い苗を作るため、苗代培地に Coir dust を利用してみたが、満足すべき結果が得られたので報告する。

1. 苗代の作り方

木箱（長さ40 cm、幅30 cm、深さ7 cm）を苗床とし、Coir dust（pH, 6.54）と、Nuwara - Eliyaから集めたピートソイル（pH, 4.28）に化学肥料を混合した用土を第1図のように、つめた。

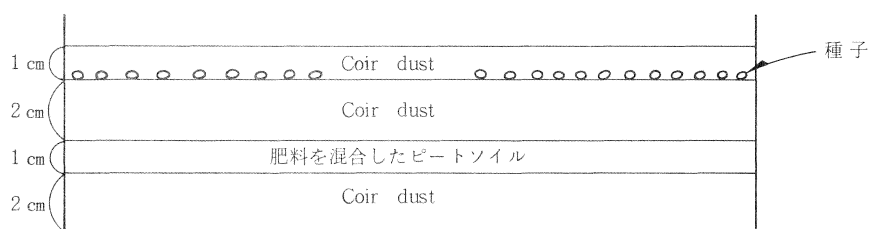


Fig. 1 Method of nursery preparation

2. 施肥量

箱当り施肥量は次のとおりである。追肥は水に溶かし混合液を表面に均等に注いだ。

	A. S.	C. S. P.	M. P.	備 考
基 肥	6.0 g	6.5 g	2.5 g	1.2 ℓ のピートソイルに混合
追 肥	6.0	—	2.5	播種後10~12日(4.5葉期)

3. 播種と管理

苗床は播種の2~3日前に十分灌水した。発芽種子（浸漬48時間、催芽24時間）を箱当り1500~1800粒の割合で均一に播き、2~3日間室内においた。その後、換気のよいビニールハウス内に3~4日間おき、そのあと直射日光下においた。灌水は苗が小さいときは2~3日の間隔で行い、後には毎日行った。病虫害防除薬剤は移植前2~3日に噴霧した。苗代期間に特別の異常や病虫害の発生はみられなかった。

4. 苗の生育

使用したBG 34-6品種の標準の生育状態は第2図のとおりである。播種後20日苗の平均値は、草丈17.0~19.0 cm、分けつ数2.0、葉令5.3であった。

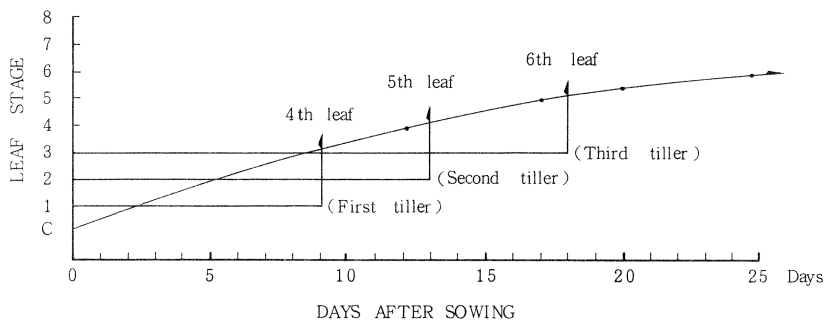


Fig. 2 Normal growth pattern of BG 34-6 raised on Coir dust nursery .

× × ×

Coir dust は良苗を作る苗代用土として有望であることがわかったが、Coir dust が土に比べて有利な点は次のようなものである。

- (1) 重さが軽いので作業や輸送が容易である。
- (2) 移植時の苗取りがきわめて容易であり、根も傷つけない。
- (3) 根圏の水分および通気条件が好適で、生育が非常に良好である。
- (4) 複雑な土壌条件を消去または単純化できるため、気候条件と生育の関係を解析するような試験目的に適している。

pHやN 条件を苗の好適条件に合わせたさまざまなCoir dust ブロックを作っておけば、必要なときに種子を播き、灌水して育苗を簡易化することも可能であろう。

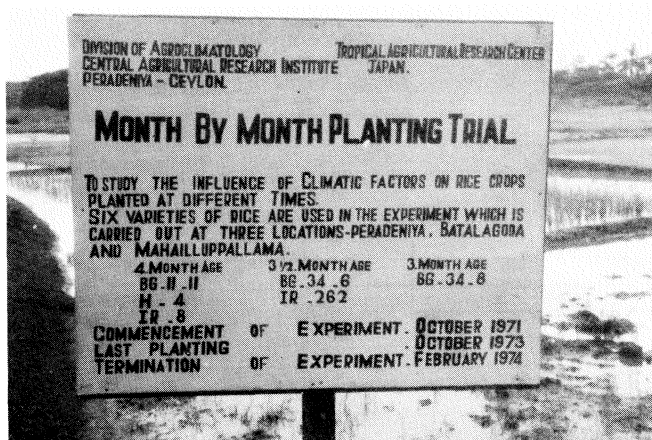


写真1 水稲の移植時期と生育との関係に関する試験の圃場（マハイル・パラマ）



写真2 11月移植区の田植（バタラゴタ）



写真3 10月移植区の薬剤散布，右側水田は11月移植区水田（バタラゴタ）



写真4 試験水田の中の観測点 (バタラゴタ)

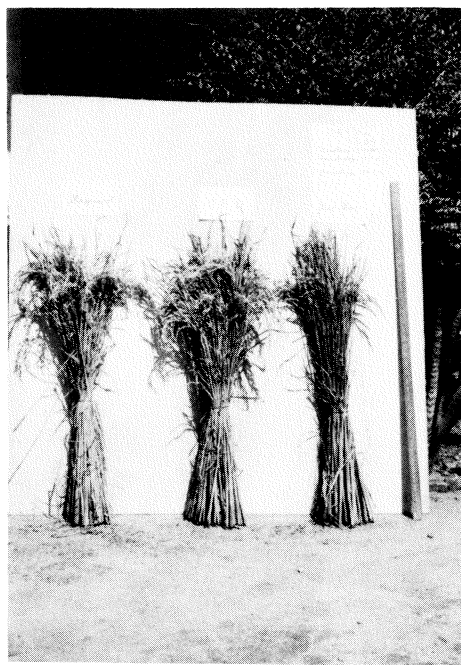


写真5 蒸発抑制剤により水温改良効果に関する試験
 (左)止水, ODA無施用 (中央) 止水, ODA施用 (右) 掛流し
 ODA無施用

