水稻収量予察の作物学的研究（予報） XXV. 戸外の全植物体を対象とした水稻の炭素同化作用と その作況予察への応用*

松島省三・岡部俊・和田源七

（農林省農業技術研究所）

前報⁶⁾の炭素同化作用測定装置は、同化室内の温度と湿度がかなり外気より高い欠点があつたので、二馬力の水冷式冷凍器を付設して、この点を改善した。この結果、気温は外気と大凡 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲内に調節しうると共に、湿度も外気との差が 5% 程度までに減じうるに至つた。すなわち、同化室内の気象条件をほぼ自然状態に近似せしめる事に成功した。そこで、この装置により、更に多くの同化実験を行うと共に、その結果を作況予察に応用しようと試みたので、その事を報告し、大方の批判と教示をえたい。

1. 水稻の炭素同化能力と光の強さ

生育各期の同化能力と光の強さ：前報⁷⁾で水稻には自然条件においても飽和光度が存在し、それは出穂期までは最強日射量の約 1/2 程度の $0.6 \text{ cal./cm.}^2/\text{min.}$ であるとみて大過はないが、出穂後はまもなく同化能力自体が減少すると共に、飽和光度も次第に低下する事を報告した。前年と同様に、8 寸×8 寸の鉢に苗代期は 100 個体、本田期は一株 3 本植えとして、生育時期を追つて測定を行つた。その結果は第 1 図のように、前年の結果とほぼ一致した。

品種間の飽和光度の差異：前年は早・中・晩 3 品種を用いたが、飽和光度についての品種間差異は認め難かつた。そこで、今年は品種の幅を大きくし、中生栄光（極早生）・藤坂 5 号（早生）・農林 25 号（中生）・農林 37 号（中晩生）・旭 1 号（晩生）・アマレリオ（中晩生・南方稻）等の品種を用い、生育途上 2~3 の時期に測定を行つた。この結果、いずれの品種も大凡 0.6 cal. 程度でほぼ飽和するとみられる場合が多く、この装置の精度では品種間差異は明らかでなかつた。

肥料条件の差異と飽和光度：無肥・多肥・標肥・減肥（窒素四割減）並に減肥したものに追肥（窒素四割）を施した鉢を作り、光の強さと同化能力の関係をみたものが第 2 図である。この中で追肥区は減肥区と共に、幼穂形成始期に晴天下で同化能力を測定し（その数値を × 印で示す）、直ちに追肥を施して 7 日目に再び他の区と共に同化能力を測定したものである。× 印の値は減肥区も追肥区もほぼ同等であるので、減肥区の同化能力は一週間前とほとんど変わらないのに反し、追肥区では穂肥による同化力の促進が明らかに認められる。この点は他の既往の業績とも完全に一致する^{4) 9) 10)}。ともかく、第 2 図に見るように、肥料条件を異にすれば、同化能力の絶対値は著しく異なるが、その飽和光度には大差がなく、ほぼ 0.6 cal. 程度とみても大過のない事が認められる。

栽植密度の差異と飽和光度：1 鉢に 1 株 1 本植え、1 株 3 本植え、3 株 3 本植えとして、同化力と光の強さの関係を調べた。測定時期は減数分裂期と出穂直後であつた。この結果は肥料条件を異にした場合と同様に、同化能力の絶対値は異なるが、その飽和光度には著しい差異があるとは認め難く、 $0.5 \sim 0.7 \text{ cal.}$ の範囲内であるとみられた。もつとも、栽植密度についての正確な試験は、ポット単位では行い難いので、更に大きな集団についての試験を計画中である。

気温を異にした場合の飽和光度：冷凍器からの空気は零下十数度でありながら、同化室内の温度を、外気より 10°C 以上上げて測定する事はなお困難であつたので、同一個体の同一時期についての実験結果がえられなかつた。やむをえず、同一生育時期で $10 \sim 13^{\circ}\text{C}$ の差のある前年と今年の幼穂形成期並に減数分裂期を比較してみるに、いずれもその飽和光度に差があるとは認め難い（第 1 図と前報⁷⁾との比較）。更に、第 1 図にみるように苗代期から出穂期までは飽和光度自身は生育時期による差はほとんど認められないのかかわらず、7 月 16 日の同化室の気温は $18 \sim 20^{\circ}\text{C}$ であり、8 月 28 日の気温は 34°C である。これらの事実から推定するに、 $20 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 程度の範囲内では、気温の高低による飽和光度の差は山田等¹⁵⁾のように明らかでないように思われる^{1) 8)}。

* 昭和 29 年 12 月 4 日 日本作物学会第 105 回講演会に於て発表
日本作物学会紀事 第 24 巻 第 1 号（昭和 30 年 10 月）

Fig. 1 Relation between rate of photosynthesis and light intensity in different growing stages.

Note: Numerals in the figure represent the following stages, respectively.

- 1) 2) Nursery 3) Tillering
- 4) Maximum number of tillers
- 5) Young panicle formation
- 6) Spikelet differentiation 7) Reduction division
- 8) Just before heading 9) 7th day after heading
- 10) 33th day after heading

この点は更に測定方法に工夫を加え、同一個体の同一時期について詳細に実験を行う計画である。

Fig. 2 Relation between rate of photosynthesis and light intensity under differently fertilized conditions.

Note: 1) Non-fertilized

2) Heavily fertilized

3) Slightly fertilized and top dressed on Aug. 13

4) Control 5) Slightly fertilized

× The value measured on Aug. 13

2. 水稻の炭素同化能力の日変化

前に晴天日の水稻の炭素同化能力について報告し、日射がほぼ 0.6 cal. 以上に達すると、同化能力はほぼ最高に近い一定の値を示す事を指摘した。この場合は同化室内の温度が外気よりかなり高かったので、合回はこの点を改善して、外気との差を最高 3°C 以内に調節しえたので、追試を行つた。この結果は前報とほとんど全く同様であつて、前報の正しい事を再確認しえた(図省略)。

次に、快晴日は一般にはまれであるので、その他の天候下の同化能力の日変化を追究した。その結果が第3図である。

まず、第3図Aの場合は朝曇つていて、日中薄曇りとなり、3時頃から雲が厚くなつた。この図によれば、日射の強さが 0.53 cal. 以上の場合は、いずれも同化能力はほぼ同程度であるが、日射がこれ以下になると、日射の強さに伴つて同化能力は並行的に上下する事がみられる。

第3図Bの場合は朝8時半頃まではほぼ晴天であつたが、10時近くに一旦雲が厚くなり、その後やや回復して薄曇りとなり、午後1時半頃から再び雲が多くなつた。この図によつても、ほぼ 0.6 cal. 以上の場合はいずれもほぼ同程度の同化を行うが、0.6 cal. 以下の場合は光の強弱に伴つて、同化能力も正確に並行して上下している事が認められる。

Fig. 3

Diurnal changes of photosynthesis in rice plant.

第3図Cは終日曇天に経過し、最高日射量も0.4 cal.であつたために、同化能力の変化は完全に日射量の日変化と並行する事が認められる。

以上の同化能力の日変化からみても、飽和光度の存在と、それがほぼ0.6 cal.程度（稔実期を除く）である事が理解される。要するに、水稻の同化能力の日変化は飽和光度以上の光の下では常にほぼ一定であるが、飽和光度以下では、光の強さに敏感に左右される事が確認さ

Fig. 4

Seasonal changes of photosynthesis.

れ、この事は、前報⁷⁾の同化実験のみならず、圃場試験でえられた光の強さと収量並に収量構成要素との量的関係⁸⁾の結果をも裏づけるものと考えてよからう。

3. 水稻の生育時期による炭素同化能力の変化

水稻の生育経過につれて、その炭素同化能力がいかなる変化をたどるかは、水稻の栽培上にも、作況予測上にも極めて重要な基本的知識である。従来からも、2, 3の実験結果はあるが、一株全体を用い、しかも自然条件下での実験はみあたらない。ただ、昨年東大戸刈研究室で行われたものが唯一の資料であろう¹⁴⁾。著者等もこの点を明らかにするために、1953～54の2ヶ年にわたり実験を行つた。中稲農林25号を8×8寸の鉢に一株3本植えとし、肥料を3要素各々0.7gとし、同一株を成熟期まで追跡した。それを第4図で示した。

曇雨天又は装置の故障等のために、定期的に測定できなかった欠点はあるが、各測定値はいずれも飽和光度以上の日射下でえられたものである上、いずれも数点の平均値である。2ヶ年の結果は若干異なるが、1953年は気温の調節が不充分であつた上に、まれにみる異状天候であつたので、一般的な資料としては、1954年の結果が実際に近いものと考えられる。第4図によれば、1953年の最初の測定値を除けば、両年共最大同化能力のみられる時期はほぼ最高分蘗期であり、この時期は又幼穂形成期（第二次枝梗分化期）でもあつた。その後、次第に同化力は衰えて、減数分裂期頃にはかなり低下するとみられるが、出穂期にはやや上昇して第二の山となるのではないかと考えられる。しかし、出穂期後は両年共かなり明瞭に低下しつつ成熟期に達する。この傾向は、特に1954年の結果は、戸刈等¹⁴⁾の成績と類似する。

生殖生長初期頃は同化量の最高値がえられる理由については、戸刈等¹⁴⁾はこの頃稲体の生産部分に対して非生産部分が比較的少い事、葉身の乾物当りの葉緑素含量及び窒素含量が最大となる事等をあげている。田中等¹³⁾の調査によれば、一株としての青葉の延長葉が穎花分化末期頃に最大となり、幼穂形成始期には既にその約90%に達する事が認められているが、この点も理由の一つとして看過しえないであろう。ともかく、最大同化能力が最高分蘗期（或は幼穂形成始期）頃に現われるとみられる事は、栽培上にも、作況予測上からも重視すべき点であろう。

しかしながら、水稻の同化能力は著者等の他の未発表の実験からも、前歴の相異により異なる場合があると認められる節があるので、この調査は今後も更に繰返す必要がある。また、前述のように追肥によつても同化能力は増大するので、多少異なる場合もあろう。なお後述するように1954年の出穂後の同化能力の低下状況は、正常の年に比して、急激にすぎると思われる。

既往の業績では、DASTUR (1932) は水稻の生育途上で炭素同化能力の高まるのは8月の分蘗期と10月の開花

期の二時期であり、後者は前者に比し著しく高いと報じた。Noguti (1941) は出穂期頃に最高になると報じ(晩生種には最高分蘗期とみられる頃にも、同様な山がえられている。), 鈴木 (1953) は分蘗極期と出穂期とに二つの山があり、出穂期の山が著しく高い結果をえた。以上の三業績共、出穂期に高まる点は一致していて、著者等の結果とも類似するとみられるが、最高分蘗期又は幼穂形成始期が最大となる事が認められていない。此等はいずれも葉身のみを用いた結果であり、全植物体を用いた著者等の結果と異なるのが当然であろう。戸刈等¹⁴⁾の結果は著者等のものとよく一致しているが、出穂期の山が明瞭でない。しかし、全植物体について追跡した戸刈等と著者等の成績が相互に類似している上に、戸刈等はこの同化能力曲線が、乾物量加曲線と合致するのみならず、CO₂ 同化量より算出した乾物増加量の理論値とも近似する事を立証している点よりして、この成績がかなり信頼に値すると思われる。とにかく、稲株全体として、ひいては圃場全体としての生育時期による同化能力の推移が問題とされ始めた点は、増産上及び予察上からも、注目されてよからう。

4. 作況予察への応用

以上において、光の強さと同化能力との間には密接不離な関係が再確認され、前報⁷⁾で報告したように、光の強さから同化量が推定できる面のある事が理解される。すなわち、同化量の絶対値は生育時期により、栽培条件により著しく異なるが、飽和光度下における同化量を 100 として指数で表わせば、任意の光の下での同化量を容易に推定できるはずである。たとえば、0.6 cal. を飽和光度とすれば、これ以上の強い光ではいずれも 100% の同化を行うが、0.2 cal. の光の下では同化曲線から約 60% の同化を行う事が推定できる。そこで、過去4年間の田植直後から出穂後 40 日目までにわたる毎日の日射自記々録紙を用い、1 日を 15 分間ずつに数十区に区分し、15 分間の平均日射量を求め、その各々を上述の方法で同化に有効に働く程度に応じて評価し、一日ごとに合計し、各旬別に4ヶ年間で最も晴天に経過した日の数値を夫々 100 とし、毎日の同化量を推定して指数で表わした。これを旬別に平均したものが推定同化量指数である(飽和光度は出穂期までを 0.6 cal., 出穂後 20 日間を 0.5 cal., 出穂後 20~40 日を 0.4 cal. とした。なお、減数分裂始期までには各年共著しい生育上の差異はみられなかつたが、その後出穂期までの期間が年による差が現われたので、減数分裂期以後は、暦日上の旬とは異なる。また、減数分裂期から出穂期までの期間のみは必ずしも 10 日間でなく、年によつて若干異なる。)。たとえば、1951 年の7月上旬は 69.8 であるが、これはこの旬がほぼ完全に晴天に経過した場合に比し、約 7 割の同化を行つた事を意味する。しかし、この推定同化量指数は各旬の日長が異なるので、年度間の比較はできて、各旬相互の比較ができないので、この点を7月上旬を 1.00 として補正した。更に、既述のように、生育時期により同化能力が異なるので、この点を補正する必要がある。第4図の 1954 年の数値を重視して、旬別に重さを付与したものが、生育時期による同化能力比率である。また、前報⁷⁾で明らかなように、生育時期によつて日射の重要度が著しく異なり、減数分裂期と乳熟期の同化量の多少が特に収量に強い影響を与えるので、この時期に重さを付して、生育時期による日射の重要度とした。

以上の3点で上述の推定同化量指数を補正したものが、第1表の日射よりみた推定作況指数である。生育の各期において、その作況が4ヶ年相互に比較し得るが、年度別に合計した数値を最豊作年を 100 として換算した最終欄が、最終的な推定作況指数である。すなわち、この推定作況指数は、日射以外の諸原因に基く生育障害や被害のない場合に、到達しうる作柄の程度を示すものとみてよからう。従つて、この数値は生育障害や災害のない場合には、各年の作況とかなり深い関係のあるべきものと考えられるのも無理ではなからう。

そこで過去4年間の作況と対比してみたものが第2表である。日射量は玉井試験地の調査であるので、同試験地の作況を示すと共に、これと日射状況に大差のない鴻巣試験地の数研究室の作況を掲げた。本表によれば、同一年度でも研究室によつて作況指数はかなり変つている事がみられる。しかし、これらの中、病虫害その他の被害の最も少なかつたと認められる試験(玉井・城下・高橋の各研究室)は3ヶ年間の推定作況指数と実際の作況指数とはかなりよく一致している事が認められる(埼玉統調鴻巣試験地は病虫害の被害が比較的多く、松島研究室は年により圃場が異なる。)。しかし、1954 年は最も作況のよい研究室でも、推定作況指数より 4% も低い事が認められる。1954 年の作況が、推定作況指数よりいずれの研究室も低かつた理由については、出穂後約 25 日間に3回の暴風におそわれたのが直接的な原因であろうと考えられる。

要するに、推定作況指数は、日射以外の諸原因による障害のない場合に到達しうる作柄を示すものとみられ、病虫害・災害・その他植物痛み等による生育障害のある場合には、当然利用し難いものと云えよう。しかし、日

第1表 推定同化量指数の算出 Table 1. Calculation of prospective index of crop situation.

A. 推定同化量指数 Index of relative amount of carbon assimilation per 10 days.												
	7月 上旬	7月 中旬	7月 下旬	8月 上旬	8月 中旬	減数分裂 始～出穂	出穂後 10日間	同10～ 20日間	同20～ 30日間	同30日 40日間	総計	比率
1951	69.8	78.5	87.1	94.4	85.3	85.5	83.1	66.9	79.8	86.9	817.3	100
1952	66.4	65.7	79.7	82.9	81.4	87.3	65.9	54.9	75.3	78.0	737.5	90.6
1953	65.7	70.2	75.6	83.0	70.4	66.3	72.6	72.8	78.1	81.0	735.7	90.0
1954	66.3	73.5	76.7	81.4	80.3	64.7	74.6	78.7	71.8	63.9	731.9	89.6

B. 生育時期による補正 Adjustment on A.												
日長比率	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.91	0.88	0.86	0.83	0.80		
同化能力	1	2	3	4	4	3.5	2.5	1.5	1.3	1		
日射重要度	1	1	1	1	1	3	1.5	2	1.5	1		

C. 推定作況指数 Prospective index of crop situation.												
1951	69.8	155.4	253.5	358.7	317.3	817.4	274.2	172.6	129.3	69.5	2617.7	100
1952	66.4	130.1	231.9	315.0	302.8	834.6	217.5	141.6	122.0	62.4	2424.3	92.6
1953	65.7	139.0	220.0	315.4	261.9	633.8	239.6	187.8	126.5	64.8	2254.5	86.1
1954	66.3	145.5	223.2	309.3	298.7	618.5	246.2	203.0	116.3	51.1	2278.1	87.0

第2表 推定作況指数と作況との関係
Table 2. Comparing the prospective index with actual rice-yield.

	推定作況 指数	埼玉統調 玉井試験地	関東々山農試 城下研究室	同左 高橋研究室	埼玉統調 鴻巣試験地	農技研 松島研究室
1951	100	石 2.77 100	石 3.00 100	石 3.51 100	石 3.83 100	石 3.45 100
1952	92.6	2.57 93	2.75 92	3.16 90	3.10 81	2.74 79
1953	86.1	2.42 87	2.51 84	3.11 88	2.35 61	2.53 73
1954	87.0	2.23 81	2.31 77	2.92 83	2.10 55	2.54 73

射以外の諸条件が、
ほぼ正常な場合に
は、作況予察上の
有力な資料となり
うるであろう。

なお、この推定
作況指数は、被害
査定の上にも利用
できるものと考え
られる。すなわち
被害査定上最も困

難な点は、“災害なかりせば収穫しうる収量”の査定であるので、上述の推定作況指数がこの一つの指標として用いられてもよいと信ぜられるからである。

以上の方法は日射量さえ測定すれば、算出しうる特徴がある反面、計算の途上で二つの不確実な係数が使われている。すなわち、生育時期による同化能力比率と日射の重要度との係数である。これらの係数は年により、栽培条件により若干変る事があると思われる。今後の多くの実験により、最大公約の数値を求める必要がある。そこで定期的に直接稲体の同化量を測定して、作況を予知する方法がより適切ではなかろうかと考えられる。たとえば、第5図は栽培条件を異にした圃場から、生育中位の稲株を選定し、出穂前10日頃に充分根に土をつけてぬきとった稲株につき、出穂期にその同化量を測定し、この数値と夫々の稲株の最後の精穀重及び各稲株の掘上げられた圃場の収量との相関を示したものである。本図によれば、出穂期の同化量の多いものほど、収量が多くなつていて、出穂期の同化量から、収量がかなりよく予知できる事がうかがわれる。このような調査を生育の各期に行い、同化能力の推移を追跡して行けば、かなり収量予察の参考になるものと思われる。

更に一方で、生育各期に数日ごとに同化能力を測定すると共に、他方では前述の方法によつて、毎日の日射自記々録紙から各日の推定同化量指数を算出すれば、この両者の相乗積は、同化総量の近似値ともみられよう。た

Fig. 5 Relation between grain-yield and the rate of photosynthesis at heading stage.

たとえば第6図(省略)は1953年と1954年の旬別同化総量の比較であるが、1953年は外気より 10°C も高い同化室内での測定である事を考えれば、1954年の作況が前年に比し必ずしも良好であるとは云いえないであろう。

以上のように、戸外の全植物体を対象とした同化作用の研究は、作況予察上に一つの有力な資料を提供するものと考えられる。

同化装置改善にあたり、富山県専門技術員山口俊二氏の御協力を感謝する。

引用文献

- 1) CHAPMAN, H. W. and LOOMIS, W. E. : Plant Physiol. 28 (4) (1953)
- 2) DASTUR, R. H. and CHINYO, J. J. : Ind. Jour. Agr. Sci. 11 (431-454) (1932)
- 3) DECKER, J. P. : Plant Physiol. 19 (4) (1944)
- 4) 藤原・大平・大槻・成田 : 日土肥, 22 (2) (1951)
- 5) 加峯 : 岡山県立農試臨報, 46 (1949)
- 6) 松島・山口 : 農及び園, 29 (2) (1954)
- 7) 松島・山口・岡部 : 試験研究資料, 13 (農林省統計調査部) (1954) ; 日作紀, 23 (3) (1955)
- 8) 松島・山口・真中・岡部 : 農及び園, 28 (12) (1953) ; 日作紀, 22 (3-4) (1954)
- 9) 三井・石井 : 日土肥, 13 (5) (1939)
- 10) 野口 : 農及び園, 24 (9-11) (1949)
- 11) NOGUCHI, Y. : Jap. Jour. Bot. XI (167-191) (1940)
- 12) 鈴木 : 生物科学, 5 (1) (1953)
- 13) 田中・神田・宗広・恵良 : 試験研究資料, 2 (農林省統計調査部) (1951)
- 14) 戸荊・武田・丸田 : 試験研究資料, 13 (農林省統計調査部) (1954) ; 日作紀, 23 (3) (1955)
- 15) 山田・村田・長田・猪山 : 日作紀, 23 (3) (1955)

この他の文献は前報⁷⁾参照の事。

Crop-Scientific Studies on the Yield-Forecast of Lowland Rice (*Preliminary report*)

XXV. Carbon assimilation of rice plant under natural conditions and its application to the yield-forecast.

Seizo MATSUSHIMA, Takashi OKABE and Genshichi WADA

(National Institute of Agricultural Sciences)

Summary

As the plant chamber of the apparatus reported in the previous paper was higher in temperature and in humidity than under natural condition, the authors made an effort to improve the defects by setting up a refrigerator (2.H.p.), resulting in a good success. Using the improved apparatus, they made further experiments and tried to apply the results to the yield-forecast.

1. Relation between the rate of carbon assimilation and light intensity.

The relation of light intensity to the rate of carbon assimilation in different growing stages showed as much the same relation as that of the previous paper, as shown in Fig. 1. Light saturating points were found at the intensity of approximately $0.6 \text{ cal./cm}^2/\text{min.}$ in the period before the heading time, and in subsequent period the intensity seemed to begin to fall off day by day, as seen in the former report. In spite of using 6 varieties differing in earliness and in ecotype, varietal differences of saturating light intensity could hardly be seen so far as this experiment was concerned. And there were no clear differences regarding saturating intensity among plants grown in differently fertilized conditions, as shown in Fig. 2. Moreover, even in the conditions differing in spacing and in temperature differences of saturating light intensity could also hardly be distinguished, though the experiments were not enough to ascertain.

2. Diurnal changes of the rate of carbon assimilation.

Diurnal changes of the rate of carbon assimilation on fine days were closely resembling to those of the previous paper. From this experiment it was reaffirmed that the stronger light intensity than $0.6 \text{ cal./cm}^2/\text{mln.}$ is of no use for carbon assimilation.

Diurnal changes on partly cloudy days or cloudy days were investigated, as shown in Fig. 3. From these figures it can be drawn out that the assimilating activity holds almost constant in the higher light intensity than the saturating point (0.6 cal.), but it changes almost completely parallel to light intensity in the lower intensity than the saturating one.

3. Seasonal changes of the rate of carbon assimilation.

Seasonal change of the carbon assimilation on middle maturing variety (Norin-No. 15) was traced up in 1953—'54, and the results in Fig. 4 were obtained. As the curve of 1953 in Fig. 4 was obtained under the higher condition by 10°C than the normal and the weather of the year was abnormally bad, the curve seemed to be less reliable than that of 1954 as the seasonal change in general. The curve in 1954 shows that maximum rate of photosynthesis as a whole plant occurs at the maximum stage in number of tillers.....the stage is also the beginning stage of young panicle formation.....and the second maximum occurs at heading time, and the former is much higher than the latter.

4. Application to the yield-forecast.

From the results above mentioned it was made clear that relative amount of carbon assimilation in rice-plants at a given stage can be estimated by measuring light intensity to a considerable extent. Using daily data of sunlight intensity obtained from "Robich solarimeter", covering the period from transplanting time until ripening in 1951—'54 the authors tried to calculate the index of daily relative amount of carbon assimilation and arranged them in mean value for 10 days as written in Table 1. For instance, in the first decade of July in 1951 the relative amount of carbon assimilation is 69.8% as compared with that of the case of complete fine weather.

The index of relative amount of carbon assimilation has to be corrected by the differences of the day-length and of the rate of photosynthesis in each decade. Moreover, the index at the stage of reduction division and of milk-ripening are necessary to be weighted, because the amounts of carbon assimilation at those two stages have always marked effects upon the yield of rice.

After correcting the index of relative amount of carbon assimilation on these 3 points, the authors got the table of prospective index of crop situation (Table 1). In any growing stage one can compare the crop situation of a year with that of the other year in this table. The figures of last column in the table indicate the final prospect of crop situation.

Referring to the actual rice-yield in these 4 years, prospective index showed a pretty good fit, so far as no hindrances of growth such as disasters and diseases or insect damages were concerned. Furthermore, the index seemed to be able to be utilized in estimating the damaged amounts of crops caused by various kinds of disasters.

The more accurate forecast was expected by tracing up the actual activity of carbon assimilation of rice-plants throughout their growing seasons, as Fig. 5 suggests it.