

水稻葉の葉位別葉緑素含量と切断葉片の葉緑素保持力の 生育に伴う消長

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	延, 圭復 太田, 保夫
巻/号	42巻1号
掲載ページ	p. 6-12
発行年月	1973年3月

水稻葉の葉位別葉緑素含量と切断葉片の葉緑素 保持力の生育に伴う消長*

延 圭 復**・太 田 保 夫***

(**韓国作物試験場・***農林省農業技術研究所)

結 言

水稻の生育に伴う葉緑素 a, b および葉切片の葉緑素保持力を主稈について葉位別に経時的に測定し、これらの変異パターンと窒素含量との関係を検討した。

その結果、栄養生長期と生殖生長期では、これらの変異パターンに、いくつかのちがいが認められたので、その結果を報告する。

実験材料および方法

水稻品種日本晴を5月1日畑苗代に播種し、6月10日精密圃場に30×15 cm 1株2本植えとし斉一な苗を選んで移植した。施肥は全量基肥とし、化成肥料N・P₂O₅・K₂O 各8 kg/10 aを施用した。栽培管理は、標準耕種法に準じて行なつた。

1971年度の気象状況は、平年に比べて7月上旬日照が多く9月中旬気温が低かつたが、水稻の生育は、全般に順調であつた。

試料は移植後1週間ごとに本田で均一に生育した5株を選び採取した。まず主稈10茎について、葉が萎凋しないよのに手早く葉位別に分けて、葉緑素含量と窒素の定量に用い、さらに切断葉片の中央部15 cmを約5 mlの水を入れた50 ml試験管に挿入し、パラフィルムで覆い、30°C暗黒下で4日間静置し、再び葉緑素の定量を行ない、葉切片の葉緑素保持力を残存率で示した。葉緑素の定量は、エチルアルコールで加温抽出するOsborne and McCalla法⁶⁾によつてaおよびbに分けて行なつた。すなわち、葉片を鉄で手早く細切り均一に混合したのち生体100 mgを精秤し、10 mlの80%エチルアルコールで30分間80°Cの湯煎中で加温抽出し、放冷後80%エチルアルコールを加えて20 mlになるようにし、光電比色計でO.D. 645およびO.D. 665を求めた。

葉緑素aおよびbは、Kinny-Arnon法¹⁾の計算式によつて求めた。窒素は、試料を通風乾燥後、常法によつて定量した。

本試験では、葉位別に試料を採取したが、止葉出葉期以前は、葉が完全に展開した次の葉位の葉以下を、止葉が完全に出葉してから全葉を供試した。

実験結果

1. 生育に伴う葉位別窒素および葉緑素含量の消長

各葉位の葉の本田生育各期における窒素含量の変化は、既往の研究結果⁹⁾とほとんど一致している (fig. 1)。すなわち、苗代期に出葉した第5・6葉を含めて第11葉までの栄養生長期の葉位の葉では、窒素含量が高いが、生育に伴つて急激に低下する。一方、第12～18葉の生殖生長期の葉位の葉では、窒素含量は、栄養生長期のそれに比べて約1/2と低いが、生育に伴う低下は緩慢である。また、止葉では出穂直後窒素含量の一時的な高まりがみられる。

つぎに葉位別葉緑素含量の消長をみると、第5葉は活着とともに増大を示し、第6～9葉と同時に田植後3～4週間に葉緑素含量のピークを形成し、その後は生育に伴つて急激に低下を示した。第10～11葉は、第6～9葉に比べて葉緑素含量がやや低く生育に伴つて低下した。その後発生した第12～18葉では、生育に伴う葉緑素含量の低下がいちじるしく緩慢で葉の寿命がそれ以前の葉の約2倍に達した。

また、第16葉以後の葉では、出穂直後に葉緑素含量の一時的な高まりがみられた (fig. 2)。

葉緑素をaおよびbに分けて測定した結果、葉緑素aはほとんど葉緑素の消長と同様であるが、葉緑素bは出穂直後に著しく低下する現象がみられた (fig. 3)。

葉緑素 a/b 比率についてみると、生育全般を通じて、その比率は一般にいわれているように3附近であつた。それぞれの葉についてみると初期にその比率が高く、生育に伴つて低下する傾向を示し、生育時期では、出穂直後と減数分裂期にその比率が高まる現象がみられた。これはこの時期に葉緑素bがいちじるしく低下するのが原因となつている (fig. 4)。

2. 葉位別葉緑素含量と窒素含量との関係

まず、葉位別に葉緑素含量と窒素含量との関係を経時的に追跡してみると fig. 5 のようである。全体とし

* 昭和45年5月29日受理
第153回講演会(昭和47年4月)において発表

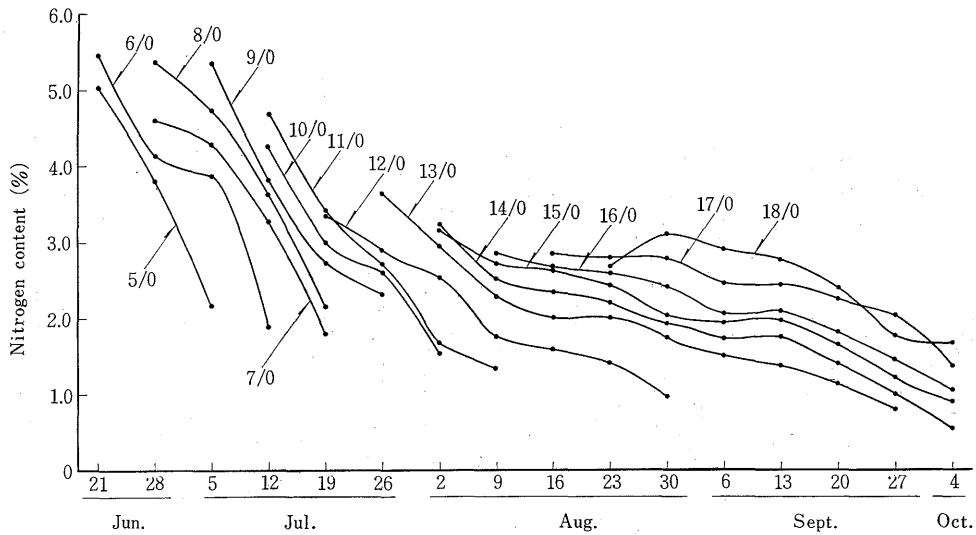


Fig. 1 Changes in the nitrogen content according to the growth of various leaf blades in rice plants

Note : Numbers in figure indicate the leaf position on the stem in main culm

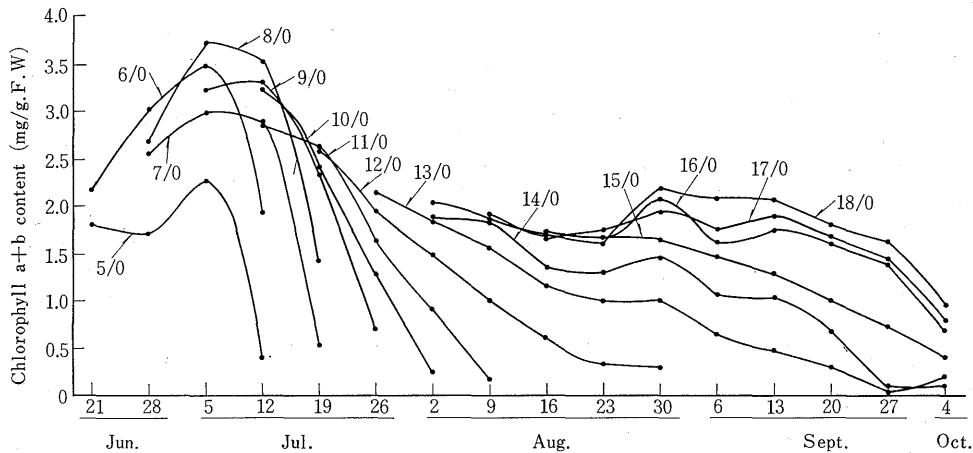


Fig. 2 Changes in the chlorophyll a+b content according to the growth of various leaf blades in rice plants

て両者間には極めて高い正の相関 ($r=0.851^{**}$) がみられる。しかし詳細に検討してみると葉位によつてその消長に相異があり、2つのグループに大別される。

第一のグループは第5~11葉であり、これらの葉位の葉は、全体に窒素および葉緑素含量が高い。また第5~9葉のように生育期間中に窒素含量が低下する過程で葉緑素含量が一時的に増大する過程をたどる葉もある。とくに苗代末期に出葉した第5・6葉ではその傾向がいちじるしく生育日数の経過とともに窒素含量は低下するに反し、葉緑素含量が増加した。したがつてこれらの葉位では葉緑素含量と窒素含量との相関が

全体の相関より低い値 ($r=0.754^{**}$) を示す。

第二のグループは第12葉以後の葉位の葉であり、いずれも生育の経過とともに窒素含量と葉緑素含量とは、密接な関係を保ちながらともに低下し、両者は $r=0.936^{**}$ と高い相関を示した。

3. 葉位別葉の生存日数と葉緑素・窒素含量との関係

水稻葉は葉緑素および窒素含量との関係から葉位により、二つのグループに大別できたが、生存日数と葉緑素含量または窒素含量の消長についてみると table 1 のようである。すなわち、生存日数についてみても

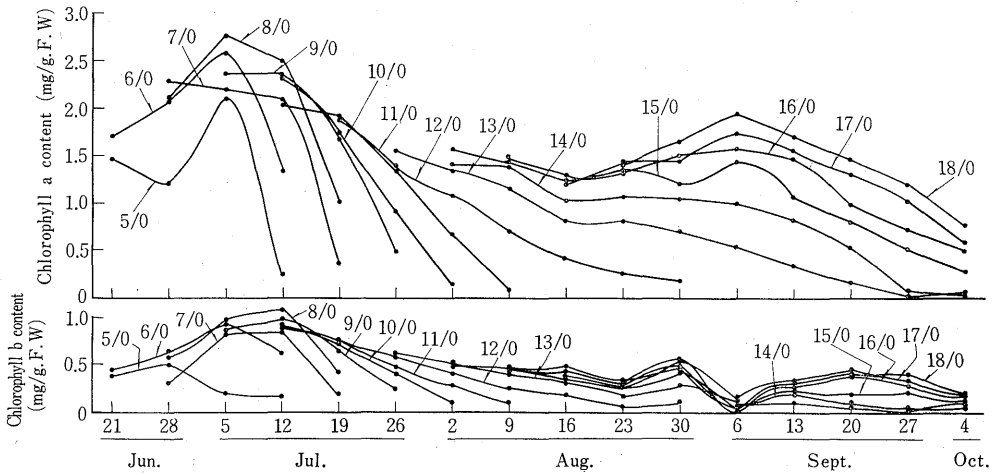


Fig. 3 Changes in the chlorophyll a, b content according to the growth of various leaf blades in rice plants

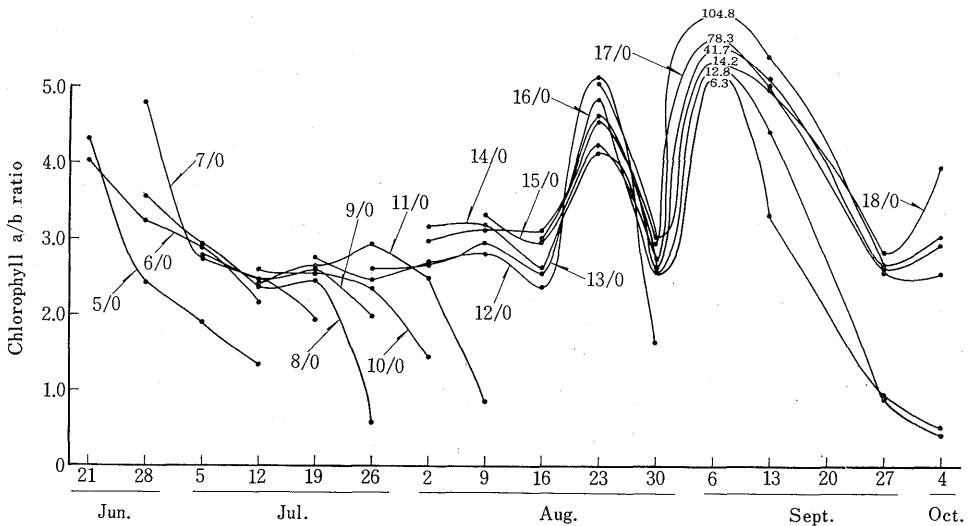


Fig. 4 Changes in the chlorophyll a/b ratio according to the growth of various leaf blades in rice plants

第5～11葉と第12～18葉とで大きく二つのグループに分かれている。葉緑素含量と生存日数の回帰式は、第一グループの葉位では $y=3.921-0.094x$ ，第二グループの葉位では $y=2.280-0.03/x$ となり，窒素についても同様に第一グループの場合には $y=6.080-0.143x$ ，第二グループは $y=3.222-0.037x$ に分けられる。すなわち，第5～11葉の第一グループの葉位では，葉緑素および窒素含量は高く，生育とともに急激に低下し，平均生存日数は30.5日である。第12～18葉の第二グループの葉位の葉では，葉緑素および窒素含量は第一グループの葉位の葉より低いが，生育に伴

う低下が緩慢で生存日数は60日となっている。(fig. 6, 7).

4. 各葉位の葉切片の生育に伴う葉緑素保持力の消長

葉緑素保持力^{4,7)}は葉切片の30°C暗所4日間での葉緑素分解程度を処理直前の葉緑素含量に対する残存率で示した。したがって，残存率の高いものほど，葉緑素の分解は少なく保持力は高く，残存率が低いものは，葉緑素の分解が早く保持力が低いことを意味する。各葉位別の葉緑素残存率の経時的变化をみると全般に生育日数の経過とともに葉緑素含量・窒素含量でみられ

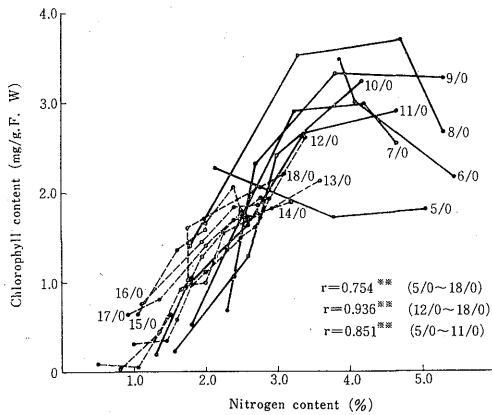


Fig. 5 Relation between chlorophyll contents and nitrogen contents in leaf blades of rice plants

たと同様に第一グループである第5~11葉と第二グループである第12~18葉とでは、葉緑素残存率の変動パターンに、ちがいがみられた。すなわち、第一グループでは、日時の経過とともに急激な低下を示し、第二のグループでは、その低下が緩慢で、かつ大きな波を画いた (fig. 8)。

考 察

葉位別に葉緑素含量・葉切片の葉緑素保持力および

窒素含量の消長を経時的に追跡した結果、これらの変動パターンに葉位によるちがいがみられ、大きく2つのグループに分けられることがわかつた。すなわち、第5~11葉は第一グループに属し、第12~18葉は第二グループに属する。

第一グループの葉位の葉は、生存日数が30日で、窒素・葉緑素含量ともに高いが、急激な低下を示し、葉緑素含量で1.0 mg/g. F. W. 窒素含量では1.5 mg/g. D. W. で枯死するに至る。また、この時期の葉位の葉は、生育初期に窒素含量が高い割合に葉緑素含量は高くない傾向がみられる (fig. 5)。このことは、これらの葉位では葉緑素の生成に窒素以外の限定要因が存在することを示唆しており、今後の研究課題として興味もたれる。

第二グループの葉位の葉は、第一グループの葉位の葉に比べて、葉緑素含量や窒素含量は低い、生存日数は約2倍の60.5日におよび、葉緑素含量や窒素含量の低下が緩慢で葉緑素含量は0.4 mg/g. F. W. 窒素含量1.0 mg/g. D. W. まで低下して枯死するに至る。さらに、第二グループの葉位の葉は第12~14葉と第15~18葉とに分けられる。すなわち、後者は出穂後一時的に葉緑素含量および窒素含量の高まりを示し、前者と異なるが、これは穂に移行すべき窒素が一時これらの葉にプールされるためと考えられる。これらの結果は、田中¹⁰⁾が主稈葉の連鎖単位の構造面と葉

Table 1 Regression coefficients of living days in leaves on chlorophyll contents, nitrogen contents of various leaf blades in rice plants

Leaf position	Living days	Regression coefficient of	
		Living days on chrolophyll contents	Living days on nitrogen contents
5/0	28	y=3.749-0.075x	y=7.408-0.181x
6/0	28	y=2.674-0.003x	y=6.608-0.158x
7/0	28	y=3.767-0.088x	y=5.813-0.134x
8/0	30	y=4.527-0.108x	y=6.670-0.156x
9/0	32	y=4.537-0.123x	y=6.055-0.144x
10/0	32	y=4.339-0.145x	y=4.918-0.119x
11/0	35	y=3.773-0.102x	y=5.258-0.120x
Mean of 5/0~11/0	30.5	y=3.921-0.094x	y=6.080-0.143x
12/0	45	y=2.736-0.056x	y=3.638-0.056x
13/0	60	y=2.222-0.032x	y=3.427-0.039x
14/0	63	y=2.169-0.029x	y=3.222-0.036x
15/0	63	y=2.172-0.026x	y=3.046-0.033x
16/0	63	y=2.113-0.020x	y=3.033-0.033x
17/0	63	y=2.136-0.022x	y=3.199-0.032x
18/0	63	y=2.571-0.036x	y=3.450-0.045x
Mean of 12/0~18/0	60	y=2.280-0.031x	y=3.222-0.037x

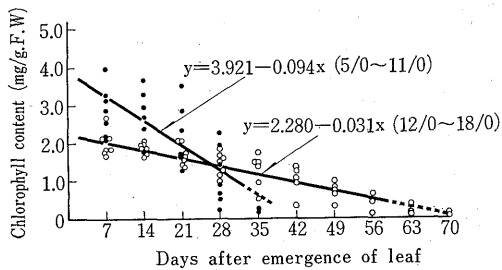


Fig. 6 Changes in chlorophyll content according to leaf growth

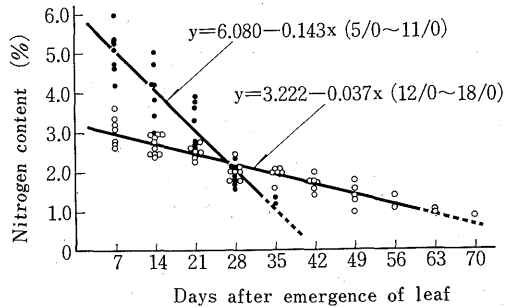


Fig. 7 Changes in nitrogen contents according to leaf growth

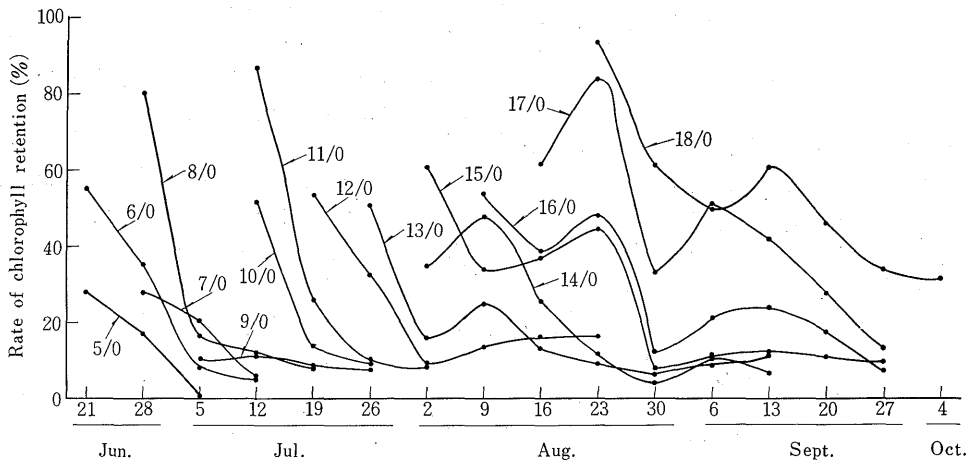


Fig. 8 Changes in the chlorophyll retention of leaf segments according to the growth of various leaf blades in rice plants

位別に無機成分の消長を検討し、生育時期を生育初期から幼穂形成期までを第一段階、幼穂形成期から開花期までを第二段階、開花期以後収穫までを第三段階に分別していることに一致している。

つぎに、葉緑素 a および b についてみると、その比率 (a/b) は 3.0 に近い値を示し、葉位別に葉緑素 a/b 比率をみると、第一グループの葉位の葉では、生育の経過とともにその値が低下するが、第二グループの葉位の葉では葉緑素比 a/b 率が出穂直後と減数分裂期に著しく高い値を示した。これらの時期は、イネの生育にとって重要な生育時期であり興味のあることである。とくに、葉緑素 b の急激な減少がどのような生理的意義をもつのであるかは今後の研究課題であろう。葉緑素 a/b 比率は陰性植物で低く陽性植物で高いことが認められ⁹⁾、また、出穂直後と減数分裂期は窒素当りの光合成能が低下を示す時期であり⁵⁾、葉緑素 a・b と光合成の作用機構に関する今後の研究発展に期待し

たい。

切断葉片の葉緑素保持力については、第二グループの葉位の葉で生育時期によって波を画いている点が注目された。第一グループの葉位の葉では、新しい葉、分けつおよび根の生育のために養分の移転がすみやかに葉緑素含量・窒素含量の消長と同様に葉緑素の保持力も、生育日数の経過とともに低下し葉の老化が進行する。他方、第二グループの葉位の葉は、穂の形成に貢献するが、穂以外には新しい組織の拡大はみられず、したがって生存日数も長くなるものと考えられる。また切断葉片の葉緑素保持力が、第二グループの葉位の葉で経時的にそれぞれ別々に波を画いているのは各葉位の葉と節間の維管束の相互連絡^{2,3)}が関与している可能性も考えられる。

摘 要

水稻の生育に伴う主稈葉の葉位別葉緑素含量および

その葉切片の葉緑素保持力を測定し、次のような結果が得られた。

1. 栄養生長期の葉位の葉と生殖生長期の葉位の葉とでそれぞれの葉の生存期間中における葉緑素含量の消長パターンが異なる。前者は生存日数が約30日で葉緑素含量は高いが生育にともない急激な低下を示し、後者は生存日数は約60日で葉緑素含量は前者より低いとその低下は緩慢であつた。

2. 葉緑素 a および b の比率 (a/b) は、全体を通じて3に近い値を示すが、生殖生長期の葉位の葉は、出穂直後と減数分裂期にその比が高まつた。

3. 葉緑素含量と窒素含量とは密接な関係を示すが、栄養生長期の葉位の葉では、生育の経過とともに窒素含量の低下を伴いながら葉緑素含量の増大する時期があつた。

4. 切断葉片の葉緑素保持力は、栄養生長期と生殖生長期の葉位の葉で、生育期間中にちがうパターンを画いた。すなわち、前者は生育とともに急激に低下し、後者は、一定の波を画いて緩慢に低下した。

謝 辞

本試験遂行に際して、農業技術研究所生理第5研究室中山正義、川越信夫技官のご協力を得たことを特記して、深く感謝の意を表す。

引 用 文 献

1. 藤原彰夫・水落勁美 1961. クロロフィル定量法の比較検討. 土肥誌. 32 : 356—359.

2. 猪ノ坂正之. 1958. 水稻の葉相互及び葉と分蘖との連絡について. 日作紀 27 : 191—192.

3. 猪ノ坂正之. 1959. 維管束の相互連絡から見た水稻葉の生育について. 宮崎大農研究時報 5 : 67—76.

4. 木内知美・渡辺英夫 1969. 水稻葉摘採葉の葉緑素分解に対する光および器管連鎖の影響. 土肥誌 40 : 159—164.

5. 村田吉男 1961. 水稻の光合成とその栽培学的意義に関する研究. 農技研報 D9 : 1—169.

6. OSBORNE D. J. and D. R. McCALLA 1961. Rapid bioassay for kinetin using senescing leaf tissue. Plant Physiol. 36 : 219—221.

7. 太田保夫・中山正義・讀井蕃 1971. イネ葉切片の葉緑素分解におよぼすアミノ酸の影響. 植物化学調節研究会研究発表記録集 : 30—32.

8. シュルギン, A. I. 1967. 太陽光と植物, 内嶋善兵衛訳. 東京大学出版会, 東京.

9. 田中明 1956. 葉位別に見た水稻葉の生理機能の特性及びその意義に関する研究 第3報. 各葉位の葉の窒素代謝と生理機能との関係. 土肥誌 28 : 231—234.

10. 田中明 1958. 葉位別に見た水稻葉の生理機能の特性及びその意義に関する研究 第11報. 各葉位葉の同化作用力及び同化産物の移動. 土肥誌 29 : 328—333.

Changes in the Chlorophyll Content and Chlorophyll Retention of Leaf Segments According to the Growth of Various Leaf Blades in Rice Plant

Kyu Bok YOUN* and Yasuo OTA**

(*Crop Experiment Station, Suwon, Korea, **National Institute
of Agricultural Sciences, Konosu, Saitama)

Summary

We studied with respect to changes in chlorophyll content and chlorophyll retention of leaf segments according to the growth of various leaf blades in rice plant. The results obtained may be summarized as follows:

(1) Leaf blades can be classified into two groups in patterns of changes in chlorophyll content of leaves, namely, the first group of leaves grown in vegetative stage and the second group of leaves grown in reproductive stage. The first group of leaves showed higher chlorophyll content and shorter living day of leaves than that of the second group of leaves.

(2) Except for reduction division stage and heading stage, the chlorophyll a/b ratio of various leaves was about three through the growth stage. Remarkable increase of the chlorophyll a/b ratio was seen at reduction division stage and just after heading stage.

(3) There was high significant correlation between the chlorophyll content and the nitrogen content. The first group of leaves showed an increase in chlorophyll content with a decrease of nitrogen content according to growth.

(4) Changes in chlorophyll retention of leaf segments of the first group of leaves differed from that of the second group of leaves. The former's chlorophyll retention declined rapidly as growth advanced, but the latter's declined slowly showing a oscillation.