

ダイコン子葉の葉緑体発生に関する研究 (3)

緑化初期における光化学系 I, II の発達に
及ぼす 4-チオウリジンの効果

柴田 均・落合 英夫

Hitoshi SHIBATA and Hideo OCHIAI

Studies on the Chloroplast Development in Radish Cotyledons (3)

Effect of 4-thiouridine on the Development of Photosystem
I and II in the Early Stage of Greening

緒 言

黄化植物体に光照射すると、クロロフィルが生成され、暗所ではほとんど検出されない光合成能が発現する。単離したプラスチックの光合成能力は、その酸素発生能、二酸化炭素の固定能、光還元活性、あるいは光リン酸化反応の測定により追跡され、プラスチックの発達と機能の発現との相関性が広範に研究されてきた。植物種、光照射条件、測定方法に差異があるため、これまで報告されてきたことを単純に比較することは困難であるけれども、全体として以下のように総合することができる^{1)~4)}。

1) 酸素発生能はクロロフィル合成よりも遅れて発現する。2) クロロフィル生成量、a/b 比などはともに光合成の開始とは無関係である。3) 光化学系 I あるいは循環型光リン酸化反応は、光化学系 II あるいは非循環型光リン酸化反応よりも早く出現する。

一方、クロロプラストの光誘起に基づく発生過程を詳細に研究するために、クロロプラストの発達を遅延させる手段として、クロラムフェニコール、アクチノマイシン D、Sandoz 6706、DCMU [3-(3',4'-ジクロロフェニール) 1,1'-ジメチル尿素] 等の薬物の投与^{5)~7)}、近赤外光²⁾、低照度の光照射等の方法が報告されている。われわれは、4-チオウリジン (4SU) がクロロプラスト内成分であるプロトクロロフィライド、クロロフィル、カロチノイド類、炭酸固定酵素 (RuDP carboxylase)、クロロプラストリボソーム RNA の量的低下をもたらす、クロロプラストの発生のみを特異的に遅

延させる効果をもつこと、およびこの効果は光照射を続けることによって回復するものであることを発見し報告^{8)~10)}してきた。今回は 4SU 処理したダイコン子葉において、光照射24時間以内での、プラスチックの発達に伴うクロロフィル生成および単離したプラスチックにおける光化学系 I, II の活性について検討し、また暗所培養期間の長さがプラスチックの発達におよぼす影響、4SU の作用部位に対する一検索を行なったので、その実験結果について報告する。

実験材料および方法

植物材料と生育条件

ダイコン (*Raphanus sativus* LINN.) 種子を 0.25mM あるいは 0.5mM 4SU を含む 1mM リン酸緩衝液 (pH 7.0) を吸収させた脱脂綿上にまき、暗所 23°C で発芽生育させた。一定期間暗所培養の後、白色蛍光灯 (Mitsubishi-FL20SPG, 4000lux) で光照射した。

試 薬

4SU は既報⁹⁾ のように FOX の方法に従って合成し、精製したものを使用した。6-アザウリジンは協和醸酵株式会社より購入し、DCMU は全購連の上島氏より提供して頂いた。DPCO (ジフェニールカルバゾン) はメタノール-水系にて再結晶化したものを用いた。

プラスチックの単離

各時間光照射したダイコン子葉をつみとり、0.3M シュークロース、0.01M 塩化ナトリウムを含んだ 0.05M リン酸緩衝液 (pH 7.2)¹⁴⁾ とともに磨砕し、8層のナイロン布を通してろ過した。得られたろ液を 1000×g、10分間遠心し、沈殿部を再度単離緩衝液に懸濁してから

※ 生物化学研究室

同様の遠心操作で洗浄した。得られた沈殿を単離緩衝液に懸濁してプラスチック調製品とした。以上の操作はすべて低温(0~4°C)にて行なった。このように調製したプラスチック標品には、ミトコンドリア局在のグルタミン酸脱水素酵素の活性はほとんど検出されないことから、他の顆粒の混在は無視できる。

光化学系 I, II の活性測定

光化学系 I は AVRON¹⁵⁾, VERNON¹⁶⁾ によって報告された DPCO の光還元を 487nm で、系 II は DPIP (ジクロロフェノールインドフェノール) 光還元を 610 nm で吸光度変化を追跡し、それぞれ分子吸光係数 2,700¹⁵⁾, 19,000¹⁷⁾ を用いて計算した。光還元量の測定はプロジェクターランプから得た白色光 30,000lux を照射し、吸光度変化を Hitachi-124 型分光光度計を用いて追跡した。

全クロロフィル量は MACKINNEY¹⁸⁾ の方法に従い、a/b 比はヒドロキシルアミン法¹⁹⁾ に従って決定した。プラスチックタンパク量はプラスチック標品をアセトンと混和し(90%アセトン)、10,000×g 7分間の遠心によって沈殿する画分を、1N水酸化ナトリウム溶液で加水分解したのち、銅-FOLIN 法で算出した。

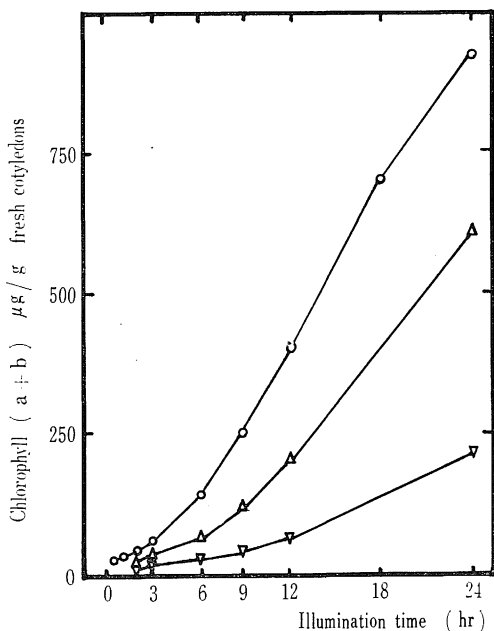


Fig. 1 Comparison of Chlorophyll Formation in Radish Cotyledons Cultured with and without 4SU.

Dark-grown (96hr) etiolated seedlings were exposed to continuous white light (4000 lux). Chlorophyll content was calculated according to the formulas of MACKINNEY.

- Untreated
- △—△ Treated with 0.25 mM 4SU
- ▽—▽ Treated with 0.5 mM 4SU

結 果

クロロフィル生成

4日間暗所で発芽生育させたダイコン芽生えを 4,000 lux 23°C の明所へ移した後、クロロフィル生成量を測定した結果を図1に示した。1mM リン酸緩衝液 (pH 7.0) で生育させた水培養では、3時間目までクロロフィル合成がゆっくりと進んだ後、以後急速にクロロフィルが蓄積されてくる。水培養の緩衝液に 0.5mM の 4SU が共存した場合、3時間の明白な休止期を示し、以後ゆっくりとした速度でクロロフィル合成が進行する。0.25mM 4SU 培養のものでは、両者の中間の様相を示している。

光化学系 I, II の活性

4日間暗所培養したダイコンの黄化芽生えを 4,000 lux の明所へ移し、各時間毎に子葉を採取しプラスチックを単離して、系 I は DCMU 共存下で DPCO の光還元、系 II は DPIP の光還元によって測定し、プラスチックタンパク 1mg 1時間当りの活性を図2に示した。

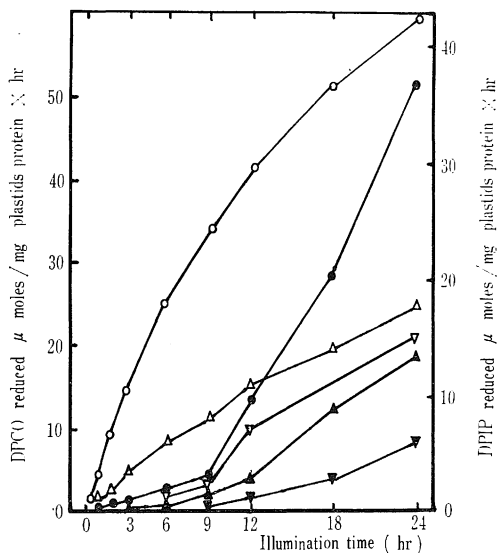


Fig. 2 Activity of Photosystem I and II in Plastids Isolated from Greening Radish Cotyledons.

Reaction mixture for DPCO reduction contained in a total volume of 3.0 ml in µmoles: Tricine-KOH buffer, (pH 8.0) 150; NaCl, 40; DPCO, 0.5; DCMU 0.015; and plastids containing 1-5 µg chlorophyll.

The same reaction mixture was used for DPIP reduction except that 33 µmoles DPIP were replaced DPCO and DCMU. The reaction mixture was illuminated by white light (30,000 lux) from a projector lamp.

Activity was expressed on a plastids-protein basis.

- DPCO reduction, Untreated
- △—△ DPCO reduction, Treated with 0.25 mM 4SU
- ▽—▽ DPCO reduction, Treated with 0.5 mM 4SU
- DPIP reduction, Untreated
- ▲—▲ DPIP reduction, Treated with 0.25 mM 4SU
- ▼—▼ DPIP reduction, Treated with 0.5 mM 4SU

水培養において系 I は照射30分後に検出可能であり、以後急激に活性が上昇する。系 II は 2 時間まで活性が認められない。又その活性上昇は二つの段階に区別することができる。すなわち 2 時間から 9 時間までのゆっくりと活性が増大する段階 I と以後の急激に増大する段階 II である。4SU 処理によって活性発現の時間的遅れ、および活性レベルの低下が引き起こされる。0.25mM 4SU 共存下で生育した子葉では、系 I の活性は 1 時間後に検出可能となり、以後急速に活性が増大するが、系 II は 3 時間後にも検出されず、12 時間までの段階 I と以後の段階 II を示す。0.5mM 4SU 処理した子葉から単離したプラスチックは 3 時間後にも系 I の活性を示さず、さらに系 I の活性発現にも二つの段階を示す。すなわち 9 時間までの段階 I と以後の段階 II である。系 II は 9 時間後に検出可能となり、18 時間までの段階 I と以後の段階 II を示す。以上のことから、明らかに 4SU 濃度に相応して光化学系 I, II の活性出現が遅延され、光誘起によるプラスチックの連続的な発生段階が非常によく引きのばされていることがわかる。

ここで得られた結果から、1mg プラスチックタンパク 1 時間当りに還元される DPCO と DPIP の μ mole 数の比を求めた結果が表 1 である。この表から明らかに、照射時間すなわちプラスチックの成熟に伴って値は減少してくる。従ってこの値はプラスチックの成熟状況を示す一つのパラメーターと見なすことが可能である。

Table 1. Values of Photosystem I/II as a Function of Illumination Time. (4000lux 23°C)

Illumination Time	Treatment					
	3(hr)	6	9	12	18	24
Untreated	35	19	9	4.3	2.7	1.7
0.25mM 4SU	33	24	17	11	3.1	2.8

These values show the ratio of DPCO μ mole reduced per mg plastids-protein \cdot hr to DPIP reduced.

単離したプラスチックが示す系 I, II の活性を 1mg クロロフィル 1 時間当りで表現したのが図 3 である。単位クロロフィル当りの活性は、最初上昇し、最大値を示した後プラスチックの成熟とともに減少してくる。系 I, II の最大活性の出現時間は異なり、0.25mM 4SU 培養、水培養共に系 I の最大活性ピークが早く表われる。すなわち水培養では系 I 3 時間、系 II 9 時間、4SU 処理では系 I 6 時間、系 II 18 時間目に最大活性を示す。最大活性ピークが出現する時間的遅れのほかに、最大活

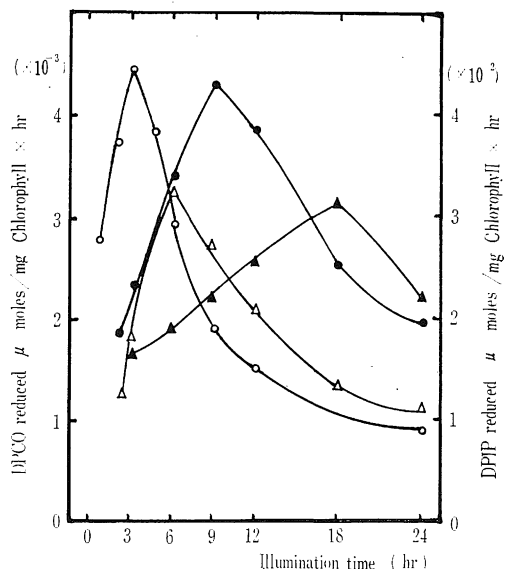


Fig. 3 Activity of Photosystem I and II expressed on a Chlorophyll basis.

The assay method was the same as Fig. 1.

- DPCO reduction, Untreated
- △—△ DPCO reduction, Treated with 0.25 mM 4SU
- DPIP reduction, Untreated
- ▲—▲ DPIP reduction, Treated with 0.5 mM 4SU

性のレベルが水培養より低くなっているということは、4SU 処理されたものではクロロフィルの生合成速度に比して光合成的電子伝達鎖のタンパク合成あるいはある種の律速因子の合成が遅れているためと考えられる。しかしながら最大活性を示した時点から以後は常に 4SU 処理の方が高い活性レベルを維持している。これは 1 光合成単位当りのクロロフィル量は少なくとも、より効率の高い還元系が働いていることを示すものである。

プラスチックの発達に対する暗培養期間の影響

プラスチックの発達に対する芽生えの暗所培養期間の影響を調べるために、水培養および 0.25mM 4SU 処理した芽生えをそれぞれ 72, 96, 120 時間暗所で培養した後、4000lux 23°C の明所で 6 時間照射した後のプラスチックの発達状況を表 2 に示した。暗所培養終了時に測定したプロトクロロフィライド量は、水培養において全く変化なく、暗培養期間の影響を受けないが、4SU 処理では、絶対量は少ないけれども、暗培養期間が長くなるにつれて子葉新鮮重量当りのプロトクロロフィライド量は増加した。また水培養のものでは暗所培養期間の延長によって、6 時間照射後のクロロフィル a/b 比は全く変化がないけれども、全クロロフィル量の減少と系 I, 系 II の活性低下がもたらされる。表 1 で述べたプラスチックの成熟状態を示すパラメーター系 I 対系 II の

Table 2 Effect of Seedling Age (Dark Incubation Time) on Plastids Development.

Dark Incubation (hr)	Untreated			Treated with 0.25mM 4SU		
	72	96	120	72	96	120
Chlorophyll (a+b)*	264	135	122	28	63	105
Chlorophyll a/b	3.33	3.11	3.33	3.55	3.74	3.93
Photosystem I**	57.8	29.3	35.6	8.81	15.2	25.8
Photosystem II**	2.55	1.25	0.66	0.34	0.45	0.51
Photosystem I/II	22.7	23.4	53.9	25.9	33.8	50.6
Protochlorophyllide***	16.7	16.1	16.3	2.3	5.2	6.3

The seedlings dark-incubated for described period were exposed to continuous white light (4000 lux) for 6hr except the seedlings for the determination of protochlorophyllide.

* $\mu\text{g/g}$ fresh cotyledons

** $\mu\text{moles reduced/mg plastids-protein}\cdot\text{hr}$

*** $\text{m}\mu\text{moles/g fresh cotyledons}$

比も大きくなり、暗所培養の期間が長い程、同じ照射時間内でのプラスチックの発達は遅れることがわかる。しかしながら 0.25mM 4SU 処理した子葉中では全く逆に、暗所培養期間の延長とともにプロトクロロフィライド量に比例して全クロロフィル量も多くなり、系 I、II の活性増加が示された。系 I 対系 II の比は水培養の場合と同様に増大するが、これは 0.25mM 4SU 処理のものでは系 II の出現が遅く、一方系 I は急激に活性化されるためである。ところで水培養では暗所培養期間の延長とともにプラスチックの発達抑制が観察されるのとは全く逆に、4SU 処理では発達が促進されるということは、暗所培養中に 4SU の無毒化が進行していること、すなわち現在全く不明であるけれども、何らかの無毒化機構が存在することを予期させる。

考 察

30分間照射した水培養のダイコン子葉中から単離したプラスチックは、DPCO の光還元によって測定される光化学系 I の活性を示す。その後プラスチックの単位タンパク当りで表現した活性は直線的に増加する。BAR-NUN²⁰⁾ らは *Chlamydomonas reinhardi* y-1 を用いた実験において以下のように考察している。光合成能力の急激な上昇は光合成膜の活性化過程と考えるべきであろう。従ってほとんど検出不可能な光化学活性しか持たない暗所で生育した y-1 細胞も、その膜には光合成能力発現に必要な多くの成分はすでに存在しており、律速段階となる成分だけが含まれていないのであろう。照射に伴う急激な活性上昇は律速因子の合成、膜へのとり込みによってもたらされると考えられる。

一方、水から NADP を還元する全光還元活性系の系 II と系 I を連結する諸成分のうち、チトクローム f、

b-563, ポテンシャルの低い b-559 は暗所培養の豆の黄化葉に存在するが、活性発現に必要なポテンシャルの高い b-559 の出現は照射 15時間以後であるという報告²¹⁾がある。又 Dodge²²⁾ らは照射に伴って合成される未確認の因子が光合成速度を律速することを示唆している。ダイコン子葉についても、照射によって合成されるクロロフィルをも含めた律速因子のとり込みによって初めて活性をもつ不活性な反応中心前駆体は、暗培養の期間中にすでにでき上っている可能性がある。この点に関して現在界面活性剤を用いて可溶化したプラスチック成分を分析中である。系 I が系 II に先行して活性化されることに関して次のように考えられる。系 II はより多くのクロロフィル b を含んでいる。系 II の活性発現のためには十分なクロロフィル b の供給という問題のほか、系 I に比べてより多くの光依存的な律速因子の合成とり込みが必要なのかも知れない。一方、*in vitro* の実験系では、系 II 粒子は系 I 粒子に比べて崩壊しやすいということも考えられる。4SU 処理による活性発現の時間的遅れおよび活性レベルの低下は、プロトクロロフィライド、炭酸固定酵素、プラスチックリボソーム RNA の量的低下⁸⁾⁹⁾¹¹⁾とともに、系 I 系 II の活性発現に必要な成分の量的低下に起因するものであろう。一方単位クロロフィル当りの活性が照射とともに上昇し、最大値をもって以後減少してくる過程は、豆、大麦の酸素発生、胚芽生えの DPIP、フェリサイアノイドの光還元等数多く観察されている。これらの過程の解釈として DE-GREEF²⁾ らは、活性の減少は光合成単位のサイズの増加という点を指摘している。BUR-NUN²⁰⁾ らは照射によって活性化された単位膜当りのクロロフィル量が少ないために、単位クロロフィル当りの活性が高く、クロロフィルが急速に蓄積されるとともに、単位膜当りのクロロフィルが多くなり活性が低くなること、従って最大値に達するまでは色素系が律速的であり、以後は電子伝達鎖の成分が律速的である、と述べている。われわれは以前¹⁰⁾ 照射 24時間以後のダイコン子葉から調製したクロロプラストについて、照射時間とともに単位クロロフィル当りの活性が減少していく点に関して、クロロプラスト発生過程における活性中心型クロロフィルと光捕捉型クロロフィルの定着率に差があるという考え方を導入した。プラスチックの発達初期(照射初期)に合成されるクロロフィルは多くが活性中心型クロロフィルとして膜にとり込まれていき、存在する膜の活性中心が活性中心型クロロフィルで満された時点で最大活性を示し、以後急激に合成され続けるクロロフィル

は新たに合成された膜に活性中心型クロロフィルとしてとり込まれるとともに、大部分は光捕捉型クロロフィルとして定着するようになり、単位クロロフィル当りの活性が減少するものと考えられる。

水培養のダイコン子葉中において、暗所培養期間の延長とともにプラスチックの発達が遅れることが表2から結論された。MARGULIES²³⁾は豆の葉を冷暗所で2日間貯蔵することで DPIP, NADP 光還元能が5%に減少することを報告し、これはプラスチックの Mn 量の低下に起因するものであると結論付けている。Mn 量の低下をわれわれの場合のダイコン芽生えにそのまま適用することは困難であるけれども、暗培養の期間中に何ら栄養素を与えていないので、一つの可能性として現在検討中である。一方 DE-GREEF²⁴⁾は暗所培養期間の延長に伴うクロロフィル形成を詳細に研究した。豆の葉においてプロトクロフィライドは暗培養期間とともに増加し、9日目で最大値をとった後一定となる。しかしながらクロロフィル生成に対して9日目までは休止期を示さないが、9日目以後は暗培養期間の延長に伴って休止期が長くなる。これは存在していたプロトクロフィライドが不完全にしかクロロフィルへと光転換しないことに起因するものであると報告している。ダイコンでもプロトクロフィライド量が同じであるにもかかわらず、生成されるクロロフィル量が少なくなることから、豆と同じ光転換能の低下が予期される。又暗所培養期間の延長とともに、光還元能の発現が低下するということは、光誘起によるクロロフィルを含めた律速因子合成能の低下、あるいは膜へのとり込み能の低下が考えられる。

ところで 0.25mM 4SU 処理した子葉中では、水培養の場合とは全く逆に、プラスチックの発達が暗所培養期間の延長とともに促進される。これは暗所培養中にプラスチックの発達に遅延をもたらす 4SU 効果の消失を示唆している。4SU の作用部位、形態、無毒化機構は現在全く不明ではあるけれども、ピリミジン化合物特にウリジン同族体である 4SU の作用は非常に興味ある問題である。4SU の作用部位を検索するために、次のような予備実験をおこなった。ピリミジン代謝系の構成成分であるオロチジン-5'-リン酸の脱炭酸反応を阻害する 6アザウリジン²⁵⁾と 4SU の作用効果を比較したのが表3である。4SU はダイコン芽生えの全体重量、子葉の重量にはほとんど影響しないが、クロロフィル生成を抑制する。一方 6アザウリジンは子葉の生育およびクロロフィル生成には効果を持たないが、全体重量すなわち胚軸および根の生育を抑制する。このことから 4SU はピ

Table 3 Effect of 4-thiouridine and 6-azauridine on Growth and Chlorophyll Formation of Radish seedlings.

Treatment	Total body fresh weight g/50 seedlings	Cotyledon fresh weight g/50 pairs	Chlorophyll (a+b) μ g/g fresh cotyledons
Untreated	8.59	1.42	126.5
0.25mM 4SU	7.45	1.36	76.7
0.5mM 4SU	6.98	1.42	30.4
0.25mM 6-azaU	5.56	1.32	189.0
0.5mM 6-azaU	4.93	1.37	121.0

Seedlings were cultured with or without the reagent in the dark for 96hr before the illumination of white light (4000 lux) for 5hr.

リミジン代謝系の少なくともオロチジン-5'-リン酸の脱炭酸段階での阻害ではないと結論される。

摘 要

緑化初期のダイコン子葉におけるプラスチック内機能(光化学系 I および II)の発達過程について研究した。

1. 光照射24時間以内においては、クロロフィル生成量は水培養(4SU 未処理)と比べて、0.25mM 4SU 処理で約 $\frac{1}{2}$ 、0.5mM 4SU 処理で約 $\frac{1}{3}$ と抑制される。
2. 水培養の子葉から単離したプラスチックについて光化学系 I は光照射30分後に検出可能であり、プラスチック mg タンパク当りの活性は直線的に上昇するが、系 II は2時間まで活性は認められず、シグモイド的に活性が上昇する。4SU 処理した子葉から単離したプラスチックでも系 I が系 II の活性発現に先行するが、水培養に比べて活性発現の時間的遅れとともに、活性レベルの低下が引起される。
3. 単位クロロフィル当りの活性は、水培養、4SU 処理ともに最初増大し、最大値をもった後、プラスチックの成熟とともに減少した。この最大値は系 I の方が系 II よりも早く出現する。4SU 処理によって最大値の出現する時間的遅れの他に最大活性のレベルが低下する。
4. プラスチックの発達と芽生えの暗所培養期間の影響を調べた結果、水培養では暗所培養期間の延長とともにプラスチックの発達抑制がもたらされるが、4SU 処理では暗所培養期間の長いほど、発達状態はよくなる。

参 考 文 献

1. EGNEUS, H., REFTEL, S. and SELLDEN, G.: *Physiol. Plant.*, **27**: 48-55, 1972.
2. DE-GREEF, J., BUTLER, W. L. and ROTH, T. F.: *Plant Physiol.*, **47**: 457-464, 1971.
3. OELZE-KAROW, H. and BUTLER, W. L.: *ibid.*, **48**: 621-625, 1971.
4. WHATLEY, F. R., GREGORY, P., HASLETT, B. G. and BRADBEER, J. W.: "Proceedings of the II International Congress on Photosynthetic Research." vol. 1; ed. by G. FORTI, M. AVRON and A. MELANDRI, Dr. W. Junk, N. V. Publ. Hague, Holland, 2375-2381, 1971.
5. MARGULIES, M. M. and BRUBAKER, C.: *Plant Physiol.* **45**: 632-633, 1970.
6. BARTELS, P. G. and HYDE, A.: *ibid.*, **45**: 807-810, 1970.
7. HOLT, S. C. and STERN, A. I.: *ibid.*, **45**: 475-483, 1970.
8. OCHIAI, H. and SHIBATA, H.: *Agr. Biol. Chem.*, **34**: 1751-1753, 1970.
9. OCHIAI, H., SHIBATA, H. and SUEKANE, T.: *ibid.*, **35**: 1259-1266, 1971.
10. SHIBATA, H. and OCHIAI, H.: *ibid.*, **37**: 471-476, 1973.
11. OCHIAI, H., SHIBATA, H., SUEKANE, T. and KONO, Y.: *Amino Acid and Nucleic Acid*, **24**: 1-13, 1971.
12. 落合英夫・柴田 均: 島根大農研報 **4**: 120-124, 1970.
13. 柴田 均・河野泰久・落合英夫: 島根大農研報 **5**: 1-9, 1971.
14. THORNE, S. W. and BOARDMAN, N. K.: *Plant Physiol.* **47**: 252-261, 1971.
15. SHNEYOUR, A. and AVRON, M.: *Biochim. Biophys. Acta*, **253**: 412-420, 1971.
16. VERNON, L. P.: *Plant Physiol.* **49**: 862-863, 1972.
17. VERNON, L. P. and SHAW, E. R.: *ibid.*, **44**: 1645-1649, 1969.
18. MACKINNEY, G.: *J. Biol. Chem.*, **140**: 315-322, 1941.
19. OGAWA, T. and SHIBATA, K.: *Photochem. Photobiol.*, **2**: 193-200, 1964.
20. BUR-NUN, S., WALLACH, D. and OHAD, I.: *Biochim. Biophys. Acta*, **267**: 125-137, 1972.
21. GREGORY, P. and BARDBEER, J. W.: *Planta*, **109**: 317-326, 1973.
22. DODGE, A. D. and WHITTINGHAM, C. P.: *Ann. Bot.*, **30**: 711-719, 1966.
23. MARGURIES, M. M.: "Proceedings of II International Congress on Photosynthetic Research", vol. 1: ed. by G. FORTI, M. AVRON and A. MELANDRI, Dr. W. Junk N. V. Publ. Hague, Holland, 539-545, 1971.
24. DE-GREEF, J. A. and CAUBERGS, R.: *Physiol. Plant.*, **26**: 157-165, 1972.
25. ROSS, C.: *Plant Physiol.*, **46**: 65-73, 1965.

Summary

The effect of 4-thiouridine (4SU) on plastids development of radish cotyledons was investigated in the early stage of greening up to 24hr-illumination.

- 1) Within 24hr of illumination, the formation of chlorophylls was reduced to 1/2 in the cotyledons treated with 0.25mM 4SU, to 1/5 with 0.5mM 4SU, as compared with the control.
- 2) Activity of photosystem I was first detectable after 30 min of illumination and the activity per plastids protein on a mg basis rapidly increased with the time of illumination. The activity of photosystem II could be detected after 2hr illumination, thereafter exhibiting a sigmoidal increase.
- 3) Activities of photosystem I and II, expressed on a chlorophyll basis, were that in both plastids isolated from 4SU treated cotyledons and untreated ones initially increased to a maximal activity upon illumination, and decreased slowly with the development of plastids. The maximum activity of photosystem I appeared in the earlier stage than that of photosystem II. The 4SU treatment caused a retardation of the appearance of maximal activity and a significant decrease in the photochemical activity.
- 4) Elongation of the dark incubation time of the seedlings induced the delay of the development of plastids in the untreated cotyledons, but the contrary promoted the development in the treated ones.