

\*\*\*\*\*

# 光合成研究会会報 第11号

1994年6月

## NEWSLETTER

THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH

NO. 11 JUNE 1994

\*\*\*\*\*

### <訃報>

本年5月31日にマイアミ大学海洋研究所教授 三井 旭 先生が他界されたとの知らせを受けました。三井 旭先生は、1953年に東京大学理学部を卒業、1958年に同大学の博士課程を修了され、1958年～1972年の間に東京大学理学部助手、カリフォルニア大学バークレー校訪問研究員、横浜大学医学部助教授、インディアナ大学訪問助教授、ケテリング研究所研究員として植物生理学・生化学分野で活躍されました。1972年からはマイアミ大学海洋研究所教授として海産光合成微生物の利用を柱とした海産光合成微生物の多面的利用 (Multiple utilization of marine photosynthetic micro-organisms) 計画を立てられ、この計画を他界される寸前まで精力的に推進されてきました。莫大な数の海産藍藻 (シアノバクテリア) や光合成細菌を熱帯、亜熱帯海水環境から分離培養し、それらを材料とした水素生産 (太陽光エネルギーと光合成微生物、海水を利用したクリーンなエネルギー源としての水素ガスの生産)、水産餌料としてのバイオマス生産、生理活性物質など有用物質生産等々の応用を目的とした研究と共に、単細胞窒素固定藍藻が酸素に弱い窒素固定と酸素を発生する光合成を両立させる機構の解明等の基礎的な研究がマイアミ大学三井研究室のメインテーマであったと思います。海洋バイオテクノロジーに関するパイオニアとして活躍されました。

また、マイアミ大学では、海洋バイオサイエンス、バイオテクノロジーに関する国際研究センターのディレクターとしても活躍されていました。最近では、水素生産に関する国際共同プロジェクトのPrincipal Investigatorとして日本、ドイツ、イスラエル、アメリカ等の研究者との共同研究が行われていました (現在も進行中)。昨年夏期に三井研究室で研究させて頂いた時は、研究、大学院生の指導、大腿部の骨折にもかかわらず杖を使っての日本やヨーロッパでの国際会議への出席、研究室訪問者への対応等、激務の毎日を立派にこなされていました。体調を崩されたこの4月頃まで研究に専念されていたようです。三井先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。

東海大学海洋学部 熊澤 修造

# 研究会－進化を通してみる光合成系の分子構築と機能発現－ プログラム（記録）

主催 基礎生物学研究所  
光合成研究会  
協賛 日本光生物学協会

12月16日（木） 午後

## 第Ⅰ部 ゲノムと細胞の構造に見る光合成系の進化

座長 藤田 善彦（基生研）

- (1) 黒岩 常祥（東大） 細胞構造とゲノムを通して
- (2) 杉浦 昌弘（名大） ゲノムの構造と発現機構を通して
- (3) 植田 邦彦（金沢大） 分子系統学から見た葉緑体DNAの進化
- (4) 原 慶明（筑波大） 光合成器官の構造を通して

## 第Ⅱ部 進化を通してみる光捕集色素系

座長 加藤 栄（東邦大）

- (1) 三室 守（基生研） 光捕集色素系の進化
- (2) 藤吉 好則（蛋工研） 光捕集性クロロフィルa/bタンパク質の構造
- (3) 加藤 哲也（京大） 褐色植物の光捕集系
- (4) 高宮建一郎（東工大） クロロフィル生合成と進化

12月17日（金） 午前

## 第Ⅲ部 進化を通してみる光化学反応中心

座長 佐藤 公行（基生研・岡山大）

- (1) 伊藤 繁（基生研） 光化学反応中心の進化
- (2) 大須賀篤弘（京大） 化学合成を通してみる反応中心
- (3) 郷 通子（名大） タンパク質構築にみる光化学反応中心の進化
- (4) 池内 昌彦（東大） 光化学系Ⅱと紅色光合成細菌の反応中心
- (5) 大岡 宏造（阪大） 光化学系Ⅰと緑色光合成細菌の反応中心

午後

## 第Ⅳ部 進化を通してみる光合成の電子伝達系

座長 高宮建一郎（東工大）

- (1) 福森 義宏（東工大） 電子伝達系の進化と光合成系
- (2) 浅田 浩二（京大） 循環電子伝達系の機能と光合成系の進化
- (3) 松浦 克美（都立大） 光合成電子伝達系の不変性と多様化

## 第Ⅴ部 進化を通してみる光合成の代謝系

座長 臼田 秀明（帝京大）

- (1) 横田 明穂（RITE） 進化を通してみるRubisCoの機能発現
- (2) 大城 香（東海大） 嫌気性代謝と酸素発生系の出現－窒素同定系の場合
- (3) 小俣 達雄（名大） 硝酸同化系の進化

総合討論

座長 松浦 克美（都立大）  
浅田 浩二（京大）

## Announcement

### Xth INTERNATIONAL PHOTOSYNTHESIS CONGRESS Montpellier, France - 20-25 August 1995

The Congress will take place in the new Opera and Congress Hall "Le Corum", in the centre of Montpellier.

It will cover all aspects of photosynthesis, from photophysics to environmental aspects, in all photosynthetic organisms, from bacteria to higher plants.

#### TOPICS

1. Molecular organization of the photosynthetic apparatus
2. Photophysical and photochemical processes
3. Mechanisms of energy conservation ( $e^-$ ,  $H^+$ , ATP...)
4. Regulation of carbon metabolism and related enzymes
5. Assimilation of nitrogen, sulfur and other elements
6. Structure of membranes, organelles, cells and tissues
7. Genes and regulation of their expression
8. Development of the photosynthetic apparatus
9. Photosynthesis and evolution
10. Stress and adaptation
11. Photosynthesis in global environment
12. Photosynthesis in agricultural production and forestry
13. Design and action of herbicides
14. Chemical models and artificial photosynthesis
15. Biotechnology
16. Photosynthesis and renewable energy resources

#### FELLOWSHIPS

A limited number of fellowships may be granted to some students and scientists encountering financial difficulties.

For further information contact :

Dr Paul MATHIS (Photosynthesis Congress)  
DBCM-SBE, CEA Saclay, Bâtiment 532  
91191 Gif-sur-Yvette CEDEX, France  
Fax : (33) 1 69.08.87.17

## 集会の案内

① 集会の名称, ② 期日, ③ 場所, ④ 連絡先

- ① Second Robert Hill Symposium on Photosynthesis  
② April 11 - 13, 1994                      ③ Imperial College, London, UK  
④ Dr. J. Barber  
Department of Biochemistry  
ICSTM  
London SW7 2AY, UK  
Phone 071-581-1316, Fax 071-581-1317

- ① IVth International Congress of Plant Molecular Biology  
② June 19 - 24, 1994                      ③ Amsterdam, The Netherlands  
④ Secretariat, IVth International Congress of Plant Molecular Biology  
c/o RAI Organisatie Bureau Amsterdam  
Europaplein 12, 1078 GZ Amsterdam, The Netherlands  
Phone: 31 20 549 1212, Fax: 31 20 646 4469

- ① Vth International Conference on Retinal Proteins  
② June 19 - 24, 1994                      ③ Leiden, The Netherlands  
④ Prof. Dr. K. J. Hellingwerf  
Department of Microbiology  
E. C. Slater Institute  
Nieuwe Achtergracht 127  
NL-1018 WS AMSTERDAM  
Phone: +31-20-5257055, Fax: +31-20-5257056  
E-mail: A417HELL@DIAMOND.SARA.NL

- ① Photosynthesis Symposia on Cutting Edge Research  
② June 25 - 29, 1994                      ③ Camelback Inn, Scottsdale, Arizona, U.S.A.  
④ Dr. Sherwood Reichard  
Biotech Park, Suite 9  
1021 15th Street  
Augusta, GA 30901, U.S.A.  
Phone: (706) 721-2601, Fax: (706) 721-0348

- ① American Society for Photobiology 22nd Annual Meeting  
② June 25 - 29, 1994                      ③ Scottsdale, Arizona, U.S.A.

① Spectroscopic Methods in The Study of The Photosynthetic Apparatus

② July 3 - 12, 1994

③ Saclay, France

④ W. Leibl

DBCM/SBE, Batiment 532

Centre d'Etudes de Saclay

91191 Gif-sur-Yvette CEDEX, France

Fax: 33-1-6908 8717

① Xth International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (ISP-10)

② July 24 - 29, 1994

③ Congress Centre, Interlaken, Switzerland

④ The Secretariat IPS-10

Prof. G. Calzaferri

Institute of Inorganic and Physical Chemistry

University of Berne

Freiestrasse 3

CH-3000 Berne 9, Switzerland

Phone +41 31 631 42 36, Fax +41 31 631 39 94

① Gordon Research Conference -- Biophysical Aspects of Photosynthesis  
(Chair: M. Thurnauer)

② August 7 - 12, 1994

③ New Hampton School, New Hampton, New Hampshire

④ Dr. Marion Thurnauer

Chemistry Division

Argonne National Laboratory

9700 S. Cass Ave.

Argonne, IL 60439, USA

Phone 708/252-3545, Fax 708/252-9289

① VIIIth International Symposium on Phototrophic Prokaryotes

② September 10 - 15, 1994

③ University of Urbino, Urbino, Italy

④ Dr. Stefano Ventura

CNR-CSMA

Piazzale delle Cascine 27

1-50144 Firenze, Italy

Phone 39 55 350542, Fax 39 55 330431

① VIIIth European Bioenergetics Conference

② September 12 - 17, 1994

③ Polytechnic University of Valencia, Spain

④ Dr. Eduardo Rial

EBEC 94

Centro de Investigaciones Biologicas

Velazquez 144, 28006 Madrid, Spain

Telfax 341 5627518

- ① Xth International Photosynthesis Congress  
② August 20 - 25, 1995      ③ Montpellier, France  
④ Dr. Paul Mathis (Photosynthesis Congress)  
DBCM-SBE, CEA Saclay, Batiment 532  
91191 Gif-sur-Yvette CEDEX, France  
Fax: (33) 1 69.08.87.17

\*\*\*\*\*

日米科学技術協力事業「光合成における太陽エネルギーの変換」による日米情報交換セミナー

" Environmental stress and photosynthesis  
- Physiological and molecular approaches "

東北大学農学部応用生物化学科 牧野 周  
東京大学理学部植物学科 園池公毅

本セミナーは日米科学技術協力事業における平成5年度の日米情報交換セミナーとして、1994年3月17日から24日まで、米国ハワイ島のコナで開催された。参加者は、両国から合わせて30名余りの比較的小規模のセミナーで、発表題数は日本側から16題、米国側から10題であった。しかしながら、それらの講演内容は非常に多方面に渡り、光合成に関わる基礎的な生理・生化学、生態学、そして分子生物学、さらには応用的な作物学分野にまでおよび、光合成研究の勉強会（交流会？）という感の強いセミナーであった。例えば、光化学系の分野では、光阻害や温度ストレスにおける光合成の阻害とそうしたストレスに対する順化のメカニズム、活性酸素の消去のメカニズム、光化学系Iの循環的電子伝達における NADH デヒドロゲナーゼの関与などについて、生理・生化・分子生物学的アプローチからの発表があった。また、炭素代謝の分野では、光合

成細菌の  $\text{CO}_2$  濃縮のメカニズムから、高等植物における葉内の  $\text{CO}_2$  分圧値の検証実験までの発表があり、さらにこの分野では水ストレス、栄養ストレス、および各種大気ストレス下における代謝生理、さらには主要酵素の窒素や塩ストレスによる遺伝子発現の調節等などの発表もあった。その他、糖代謝の遺伝子発現調節等の発表などがあった。以上のような多種多様なセミナーも、最後の演者であった Bazzaz 氏の地球規模の環境変化をテーマにしたスケールの大きな話題と演者の情熱溢れた熱弁によって、すっかり全体が一つのセミナーとしてまとまった印象を受けたのは私達だけではなかったのでは・・・。

十年ほど前の植物生理学会の年会で「植物生理学領域における基礎と応用—その接点を求めて」というシンポジウムがあったことを記憶している。そのシンポジウムの中で特に問題提起されたことは、同一テーマ（例えば光合成というテーマ）で異なる学問領域の研究者がいかに関通の接点を持つことができるかという点にあったと思う。その後十年余り、分子生物学のめざましい台頭により、現在では、光合成という同一のテーマの中には、新たに光合成の分子生物学という太い太い一本の柱が加わり、たて割り研究のミゾはますます深くなっているような気がする。特に、ヨーロッパ・オーストラリアに比べ、とかく個人の研究を尊重する（？）日本・米国においてそのミゾは深いようである。しかし一方では、めざましい進歩をとげている分子生物学の領域の研究は、生理・生化学的研究、生態学的研究、あるいは農学的研究の中で重要視されているいくつかの問題を確実に解明・解析できるレベルまできているのもまた事実である。そんな中、今回のセミナーのように、光合成という同一テーマの下、手法や考え方の異なる様々な人が集まるセミナーを日米双方で共同して行ったことは非常に意味があるものであったと思う。

最後に今回のセミナーに出席させて頂いた者として、日米両国で organize をなされた 石原 邦 先生と J. S. Boyer 教授に心より厚く御礼を申し上げる。特に、米国側の NSF への申請が一度却下されたり、直前に米国側から二人のキャンセルがあったりで、両 organizer にとっては、最後の最後まで御苦労続きであったと思う。にもかかわらず、両 organizer の心暖まる心遣いで非常に有意義かつ楽しい時を過ごすことができたのは参加者全員の感想であったと強く確信している。

## 光合成細菌 *Rhodobacter capsulatus* の光化学系遺伝子の転写制御

・・・・・・インディアナ大学 Bauer 研究室の紹介・・・・・・

神奈川大学理学部応用生物科学科 井上和仁

1993年3月から1年間米国インディアナ州Bloomingtonにあるインディアナ大学の Carl Bauer博士の研究室で光合成細菌 *R. capsulatus* の光化学系遺伝子の転写制御について研究する機会を得た。以下にBauer研究室で行われている研究の一部を紹介させていただく。

*R. capsulatus* のバクテリオクロフィル(Bchl)とカロチノイドの生合成に関与する遺伝子及び反応中心と集光性色素複合体の構造遺伝子のほとんどは *puf*, *puh*, *puc* の3つのオペロンに存在している。これらの遺伝子の転写は酸素存在下(大気濃度)で抑制され、嫌気下で促進される。Bauer博士らは、この転写制御に two component システムと呼ばれる原核生物特有の情報伝達機構が関わっているらしいことを1992年に発表した。Two component システムは、基本的にはセンサーキナーゼとレスポンスレギュレーターと呼ばれる成分から構成される。センサーキナーゼが細胞内外の環境変化を認識すると、センサーキナーゼ自身のリン酸化が起こり、引き続いて、リン酸基がレスポンスレギュレーターに転移される。遺伝子の転写制御の場合、リン酸化されたレスポンスレギュレーターが標的遺伝子のプロモーター領域に結合し、その遺伝子の転写を促進あるいは抑制する。Bauer研究室では酸素による *puf*, *puh*, *puc* の転写制御に関わっているセンサーキナーゼとレスポンスレギュレーターの遺伝子 *regB*, *regA* をそれぞれ単離し、その機能を遺伝生化学的に研究している。筆者が関わったのは、センサーキナーゼ RegB がどのように酸素の存在を認識するのかという点であった。他のレドックスセンサーとして ArcB (呼吸系など)、SoxR (SOD)、FixL (窒素固定) などが既に知られているが、このうち SoxR は鉄硫黄センター、FixL はヘムを持ち、これらがレドックス(酸素?)変化の認識に関与しているものと推定されている。これに対して RegB はチオレドキシンに似たシステイン配列(-C<sub>x</sub>PC-)を持っているので、これがセンサー機能と関係があるかどうか、引き続き、Bauer研究室と我々の研究室で共同で研究を進めている。最近、ランソウでも two component システムによって調節を受ける系がいくつか報告され始めているので、酸素発生型の光合成の環境応答にもこの系が関与しているかどうか、今後の研究が大いに注目される。さらに、これまで原核生物に特有なものと思われていたこの two component システムが真核生物にも存在するという報告や植物のフ



イトクロームとセンサーキナーゼとの類似性も指摘されたりしているので、オルガネラの起源や真核生物の進化との関連でも大変興味深い。

ところで、*regB*と*regA*がコードされている*R. capsulatus*の染色体領域には、これらの遺伝子の他に*ahcY*、*hvrB*、*senC*など少なくとも数個の光合成に関する調節遺伝子が集中して存在している。*ahcY*はS-adenosyl-L-homocysteine hydrolaseで、この遺伝子を破壊するとBchlの合成が約1/20に減少する。このことから、*ahcY*がS-adenosyl homocysteineとS-adenosyl methionineのレベルを調節し、Mg-protoporphyrin IXのメチル化を制御し、Bchlの合成を調節しているのではないかとBauer博士は推測している（昨年、タバコで植物ホルモンであるサイトカイニンに結合するタンパク質因子がS-adenosyl-L-homocysteine hydrolaseであることが名大遺伝子の杉浦教授らによって明かにされた）。さらに、*ahcY*の発現は近傍の*hvrB*(LysRファミリーと呼ばれる原核生物の転写調節因子)によって促進を受けるが、これは光強度の影響を受け、弱光下では促進効果が低く強光下で強く促進される。*senC*は*regB*と*regA*の間に位置しているが、*senC*はイーストの核遺伝子でミトコンドリアのチトクロームオキシダーゼのアッセンブリーファクターであるSco1と高い相同性を持っている。*R. capsulatus*でも染色体上の*senC*を破壊するとチトクロームオキシダーゼ活性(cytb410活性:TMPDを電子供与体としたときの酸素の取り込み、cytb260は影響を受けない)が失われる。この領域に関しては、なぜ光合成に関係する調節遺伝子がここに集中しているのか、他の光合成細菌ではどうなのか、未知の調節遺伝子もまだ存在しているのではないかなど興味は尽きない。

この他、Bauer研究室ではBchlの生合成に関与している遺伝子の同定(*R. capsulatus*、*R. centenum*)、光走性に関与する光受容体と情報伝達に関する遺伝学的解析(*R. centenum*)の2つの大きなプロジェクトも進行中である。Bauer博士はまだ30代後半であるが、私が大変驚いたことは、Bauer博士はこれまで本格的なポストドクを採ったことがなく、研究のほとんどをわずか数名の大学院生達と行ってきたという点であった。これは、Bauer博士の人間性によるところが大きいと思われる。Bauer博士には大学院生を大いに励ましながら、その能力を最大限に引き出す卓抜した力があるようである。1年間の滞在中に、その秘訣を是非学びたかったのであるが、どれだけ身につけることができたであろうか？現在、神奈川大学理学部のたくさんの卒研究生や大学院生に囲まれながら、どのように実践していくか試行錯誤中である。

## 続セントルイス滞在記

姫路工業大学理学部 小池裕幸

今回は私が滞在した研究室の様子を紹介しました。今回は、もう半年以上前になってしまいましたがあのセントルイスの水害の様子を紹介します。

地図を開いていただくとよく分かりますが、ミズーリ州セントルイスはアメリカ合衆国の中央平原のほぼ中央に位置しています。この街は合衆国がミシシッピ川から西側に発展していった最初の拠点の街であり、西部“開拓”史上重要な役割を果たしています。この街の北側でミズーリ川とイリノイ川がミシシッピ川に合流してセントルイスの東側をまわって流れて行きます。結局この街は西側を除いてほぼ三方を川に囲まれていることになります。また合流したミシシッピ川はアパラチア山脈以西とロッキー山脈以东の間のほとんど全ての水を集めてメキシコ湾に行くことになります。

サウスダコタ州、ミズーリ州、アイオワ州では去年は四月ごろから雨が沢山降り、それは六月になっても続いていました。その頃からもう既に中小河川では氾濫がおき始めていましたが、それほどひどいことにはなっていませんでした。ところが七月になっても雨は少なくならず、三大河川の水はどんどん増えて行きました。その頃から新聞やテレビのニュースで洪水の様子が頻繁に流されるようになり、とうとう夜のニュース番組では毎日ニュース時間が延長され、洪水の被害の報道が行なわれるようになりました。

セントルイスではミシシッピ川の水位がどんどん上がって行きました。この川岸のすぐ上の丘には西側に“発展”したことを記念して巨大なアーチが建てられておりこれが観光名所になっていますが、これは栈橋から15~16m上にあります。八月に水位が最高になったときは水面がそのほんの足元まで迫る勢いでした。15mというと三階建ての建物がすっぽり水没してしまうほどの高さです。どのくらいの水か予想できると思います。そしてその上流では至るところで堤防が決壊してどんどん民家が水没して行きました。農地も広大な土地が水没しました。二階屋が完全に水没したもの、そのまま流されてしまったもの、一階が水没してもそこで頑として避難を受け付けないお年寄り、学校の体育館に疲れきった顔をして避難してきた人達等、日本でおきる水害とよく似た光景が見られました。

でも日本の場合と随分違うところもありました。この洪水は日本でよく見られるような、急激に水位が上がって一気に河川が氾濫するタイプと違って、何日もかけてゆっくりと水位が上昇して耐えきれなくなったところから堤防が決壊して氾濫して来るものでした。従って堤防が決壊しそうな所は土嚢を作って（これをsandbaggingと言っていました。まさに

砂を詰めるという意味です。私はサンドバッグというとボクシングのそれしか思い浮かばなかったのですが、こういう言い方もあるのかと感心してしまいました）それを積み上げていました。しかもその外側にも二重三重に土嚢を積み上げてたとえ土堤が決壊してもその外の土嚢で洪水を防ぐということが続けていました。しかもこれはたくさんのボランティアの人たちによって行われていたのです。学校が学年末休みということもあり、小中学生もたくさん参加していました。またこの人達のために清涼飲料水やランチを無償で提供する会社もたくさんあり、それが毎日報道されていました。これが盛んに行なわれていたときは七月から八月の初めにかけてでしたが、この時は猛烈な暑さに見舞われ（多湿で、気温37度という日もあり、体感気温は40度にも達します）、炎天下を本当に沢山の人たちが毎日土嚢積みに精を出していました。私が滞在していたPakrasi研にいた大学院生も土嚢積みにでかけていました。アメリカではボランティア活動が盛んだとは聞いていましたが、こんなに多くの人達が当たり前のように参加でき、またそのシステムがしっかりしているところを見せつけられると、この点では日本はまだずっと立ち後れていると思いました。

もう一つとても素晴らしく思ったのは、被災した人達に対するmental careがきちんと出来ているということです。この災害で長年住み慣れた家を失ったために精神的にダメージを受けた人や、体育館での長い避難生活でストレスがこうじてくる人達が沢山でした。テレビのニュースでは家が水没したことによるショックで毎晩悪夢にうなされてほとんど眠れなくなってしまった12～13才の女の子のことが報道されていました。こういう人達に対して相談に乗り、治療してくれる専門の医療チームが編成されていました。またそのチームを支えるために専門的な訓練を受けたボランティアの人達がそれを助けています。この人達はサンフランシスコ大地震の時にも活躍したということです。最近起きたロスアンジェルス地震でも活躍しているものと思います。こういう体制がすぐに作れるだけの素地を常に持っているという訳です。日本ではたとえば普賢岳の災害で避難している人達に対してプレハブ住宅が建てられたり、就職口を斡旋したりしています。でも精神的な面でのcareについてはほとんど耳にしません。怪我をした人達に対する医療はかなり高水準になってきたと思いますが、精神的面の治療をする体制が日本ではいかに立ち後れているかということを感じさせられました。

もう水は引いています。でも水没してしまった家はほとんど使いものになりません。水道も電気も止まっていました。水没した農地では収穫はほとんどないでしょう。被災した人達が早く以前の落ちついた生活に戻ることを願わずにはられません。

## クラミドモナス国際会議に参加して

岡山大学自然科学研究科  
高橋裕一郎

1994年5月17日から22日にかけてアメリカ合衆国カリフォルニア州タホ市のグランリバッケン会議場で第6回会議クラミドモナスの細胞分子生物国際会議が200名近くの参加者のもとで開催され、クラミドモナスを材料に用いた幅広い分野の研究発表が口頭とポスターで行われました。口頭発表は朝8時半から夜10時頃まで続き、その間の休憩時間にポスターセッションが行われるという充実したスケジュールでした。口頭発表の各セッションのタイトルは、1) Innovations in Genetics and Molecular Biology, 2) Light Regulation of Gene Expression, 3) Mating and Cell Division, 4) Organelle Genetics and Molecular Biology, 5) Cell Walls and Plasma Membranes, 6) Nuclear Genes, 7) Flagellar Assembly and Function, 8) Phototaxis and Chemotaxis, 9) Signal Transduction, 10) Photosynthesis, 11) Pigment Biosynthesis, 12) Dynein, 13) The D1 Protein and Photosystem II で、学生やポスドクなど若い研究者の発表が多かったのが印象的でした。

2年前のアシロマ会議ではクラミドモナスで葉緑体と核の形質転換の手法が革新的に発展したのをうけて参加者が大きく増加し、形質転換系を利用した先駆的な研究がいくつか発表されました。今回も参加者数は前回と同程度で、形質転換の手法を用いた研究も徐々に普及し、クラミドモナスを用いた実験系で大きな成果が得られつつあるとの印象を強く受けました。光合成に関連した研究は1、2、4、10、11、13のセッションで発表されました。ここでは、紙面の都合上筆者が最も興味を持っている分野を中心に簡潔に本会議の印象を述べてみたいと思います。

葉緑体形質転換系を用いた光合成の反応中心のサブユニットをコードする遺伝子の失活や部位特異的形質転換の発表がいくつかありましたが、光合成遺伝子の形質転換ではクラミドモナスはラン色細菌と肩を並べる程有効に使われるようになってきたとの印象を受けました。特に *psaA* 遺伝子の形質転換はいくつもの研究グループが注目しており、アメリカで3グループ、ドイツで1グループの研究発表がありました。この遺伝子はクラミドモナスでは4つのイントロンで分断され、取り扱いが面倒であったのですが、イントロンを持たない遺伝子でも系2の発現は野生型と変わらないことが明らかにされ、*psbA* 遺伝子の欠失変異株をホストに使うことにより *psbA* は操作しやすい遺伝子になりつつあることが示されました。この遺伝子ヘランダムな変異を導入するためのベクターも開発され、変異体を容易にスクリーニングできるビデオカメラ型蛍光測定装置も開発されていることから、今後この方向の研究がラン色細菌の系に先んじて進展するだろうと感じました。

もう一つ印象に残ったのは、核の形質転換系の手法の改良の地道な試みの研究で、新しいマーカーの作製や細胞内で自律的に複製するベクターの開発などの報告がありました。また核の形質転換によりランダムにDNAがゲノムに挿入されることを利用した遺伝子タギングの試みもいくつか紹介されましたが、目的の遺伝子をクローン化するまでにはまだ多くの時間と労力がかかるようで、この手法が一般の研究者が手軽に使えるようになるまでにはまだ多くの改善が行われる必要があると感じました。

会場となったグランリバッケン(Granlibakken)は標高二千メートルほどのシェラネバダ山中の美しいタホ湖の近くの森の中に位置し、安い料金で宿泊とおいしい食事を提供してくれました。環境は申し分なく、筆者らは野生の熊を近くで見る機会に恵まれるほどでした。次回の会議は1996年5月27日から6月1日までドイツのRegensburgで開催されることが決まっています。



# 海洋バイオテクノロジー研究所における光合成研究

海洋バイオテクノロジー研究所

釜石研究所

渡辺 洋子

海洋には多様性に富んだ膨大な生物資源が存在しているが、そのほとんどは未開拓のままである。海洋バイオテクノロジー研究所 (MBI) は海洋生物の基礎研究と有効利用を目的として 1988 年に設立され、岩手県釜石市と静岡県清水市の 2 ケ所に研究所が開設された。MBI が現在取り組んでいる課題には、海洋微生物の光合成、海洋生物の分離、培養および保存技術、石油分解微生物、流出オイルのバイオレメディエーション、海洋生物の付着防止、海洋生物由来の有用物質の探索などがあり、それぞれの研究所の立地を生かして海洋生物の採取活動および研究を行っている。また、MBI が所有する研究調査船“蒼玄丸”を利用して、日本周辺の海域、南西太平洋海域での幅広い採取研究活動も行っている。

MBI における光合成研究の目標の一つは、海洋微生物による高効率  $\text{CO}_2$  固定をめざしたものである。化石燃料が大量に消費された結果、大気中  $\text{CO}_2$  濃度の増加が世界各地で観測され、その温室効果による地球温暖化が危惧されている。 $\text{CO}_2$  の大量集中発生源である火力発電所、製鉄所などの排ガスから、大気への放出前に  $\text{CO}_2$  を固定回収する技術として注目されているもののひとつに、生物的  $\text{CO}_2$  固定システムがある。これは排ガスを直接あるいは間接的に微細藻に供給し、光合成の働きによって  $\text{CO}_2$  を効率的に取りこませ有機物に変換回収しようというものである。集中発生源の排ガス中に含まれる  $\text{CO}_2$  の濃度は 10-25% で、従ってこのような高  $\text{CO}_2$  条件下でも良好な増殖能 (生育が速く、しかも高濃度培養が可能) を持つ微細藻が要求される。また煙道排ガスを直接培養液中に導入するならば、高  $\text{CO}_2$  濃度だけでなく、排ガス中に含まれる  $\text{SO}_x$ 、 $\text{NO}_x$  などの酸性ガス成分、ダスト中の有害微量金属などの影響も考慮しなければならない。様々な環境ストレスをかけたスクリーニングによる探索を行っているが、その結果 10% 以上の高  $\text{CO}_2$  条件下で、これまでに報告されているものに比べ良好な増殖能を示す海洋性微細藻をいくつか見いだしている。そのなかでも *Chlorococcum littorale* は生物的  $\text{CO}_2$  固定システムに利用有望な新規緑藻として注目されている。*C. littorale* は釜石市沿岸の塩水池で採取分離された株であるが、10% $\text{CO}_2$  付加において最大藻体濃度 4g dry wt/l まで達し、40% $\text{CO}_2$  でも良好に増殖する。また、酸性側の pH4 まで最大増殖速度と最大藻体濃度を維持することから  $\text{CO}_2$  付加による pH 低下にも耐えうる特性を持っている。さらに最近では、強酸性域 (pH1-4)、50℃という高温域で高  $\text{CO}_2$  耐性かつ 50ppm の  $\text{SO}_2$  を含有する空気を通気しても良好な生育を示す紅藻 *Galdieria partita* を新たに分離している。これら微細藻の  $\text{CO}_2$  固定能を最大に発揮させるため、生育特性を評価し高密度培養への応用をめざした研究を行っている。

また、これらの微細藻は、環境ストレスの光合成機能におよぼす影響を明らかにするために適した材料としても注目しており、生理学的な検討を行っている。*C. littorale* では高

CO<sub>2</sub> 条件下で PS I 活性、Rubisco 活性の促進が見られる。40%CO<sub>2</sub> 濃度以上になるとその増殖能が落ちてくるが、これは PS II 活性が抑制されるためと思われる。また、高 CO<sub>2</sub> 耐性には細胞内 pH を維持するためのエネルギー要求性の機構があることが示されている。これらのメカニズムを解明するにはさらに詳細な検討を要するが、CO<sub>2</sub> 耐性メカニズムを明らかにすることを目的とした分子生物学的アプローチも始めている。

微細藻に固定された CO<sub>2</sub> は主に有機物として蓄積されることになるが、生成有機物としての藻体 (バイオマス) をそのまま放置し廃棄するよりも、バイオマスから炭素化合物を取り出して新たなエネルギー源として有効利用ができるなら、さらに望ましい。このような光合成同化産物の再資源化の観点から、脂質含量の多い株、細胞外多糖を生産する株、澱粉生産蓄積で特徴のある株、炭化水素を生産する株などのスクリーニングも積極的に進めている。現在までに細胞外に粘質多糖を生産する新規プラシノ藻 *Prasinococcus capsulatus* のほか、細胞内に多量の澱粉粒を蓄積する新規緑藻などを見出ししている。また、水素は化石燃料にかわるエネルギー源として注目されているが、緑藻、藍藻のもつ水素生成能にも着目し、高 CO<sub>2</sub> が水素産生に及ぼす影響を検討している。

さらに、海洋における CO<sub>2</sub> の吸収源の一つと目されているサンゴおよび円石藻にも注目して、生物の石灰化作用を利用した無機化合物の形での CO<sub>2</sub> 固定についての検討も行っている。サンゴの場合は石灰化のプロセスは動物に依存するが、細胞内の共生微細藻が営む光合成によって炭素を固定しているプロセスは円石藻と同様である。石灰化の速度と光合成の速度を測定してトータルとしての固定活性を評価し、固定能力を最大限に発揮させる環境要因を解明することを目的としている。

また、微細藻類は陸上植物に比べ非常に高い CO<sub>2</sub> 固定効率を示す。この原因の一つにはカルボニックアンヒドラーゼ (CA) という酵素の働きが考えられる。CA は水溶液中に存在する CO<sub>2</sub> と重炭酸イオンの間の平衡反応を触媒する酵素である。微細藻では低 CO<sub>2</sub> 条件で培養すると CA が誘導され、無機炭素の膜透過および CO<sub>2</sub> 固定反応中心への基質供給に促進的に働き、より効率的に光合成が行えるようにしている。微細藻の中で詳細に CA の性質が調べられているのはクラミドモナスであるが、海洋性紅藻 *Porphyridium purpureum* でも細胞内に高い CA 活性が認められることが知られている。われわれは、CA の構造、機能、発現調節についての基礎研究を行っている。また、多くの海洋性微細藻では CA 活性は細胞内と細胞表層の両方に認められるが、その分布は種によって異なり、また、Cl<sup>-</sup> が CA 活性に与える影響も種によって異なることが明らかになった。微細藻の CA の多様性が示唆され興味深い。低 CO<sub>2</sub> で誘導される酵素の研究は、一見高 CO<sub>2</sub> 耐性株を探索する方向と相反するようにもみえるが、将来的には微細藻のもつ高効率 CO<sub>2</sub> 固定能を分子生物学的手段により最大限に利用することを目標としている。

海洋資源の幅広い探索と利用をめざして、海洋に多量に存在する植物ピコプランクトンについて、また、海洋無脊椎動物と共生藻との共生現象成立要因についても注目し研究を行っている。

植物ピコプランクトンは大きさ 2 μm 以下の微小植物プランクトンの総称で、他の植物プランクトンに比べ多量に存在することから、海洋における一次生産者として重要な役割を担っていると考えられる。原核緑藻に属するピコプランクトン *Prochlorococcus* は、形態学的には藍藻と同様の原核生物の様相を示すが、藍藻に見られるフィコビリ色素を

欠き、高等植物や緑藻と同じ色素組成であるクロロフィルaとクロロフィルbを持つため、進化的にも興味深いものがある。しかし、その生活環境は不明で培養が困難である。フローサイトメトリーを使った分析により、*Prochlorococcus* が日本からオーストラリアにわたる西太平洋や駿河湾などに多量に分布していることを見いだした。また、*Prochlorococcus* は硝酸塩濃度が高く、利用できる光が青色光のみの有光層深部(水深50-150m)に多く分布し、亜表層クロロフィル極大に優占種として棲息することがわかった。現在、高濃度培養法の確立、遺伝子レベルでの種の解析を進めている。

サンゴ、シャコガイ等の海洋無脊椎動物の多くはその体内に zooxanthellae と呼ばれる共生藻を持っている。共生藻は宿主である動物から排泄される窒素、燐の化合物を吸収し、宿主の呼吸で生じる CO<sub>2</sub> を光合成に利用している。一方、宿主は共生藻から分泌される光合成生成物を栄養源として利用している。共生藻は宿主体内において、数十%におよぶ光合成産物を分泌するが、宿主から分離された状態では3-5%しか分泌しない。宿主が共生藻の光合成産物の分泌を促進する物質(ホストファクター:HF)を持ち、共生藻の代謝系に影響を与えていることが示唆されているが、その本体については明らかになっていない。シャコガイの一種ヒレナンジャコ *Tridacna derasa* より共生藻を分離し、宿主の組織破碎液を添加することにより、ヒレナンジャコの外套膜、貝柱、エラ、腎臓中に HF 活性物質のあることがわかった。この HF 活性物質は共生藻の光合成による CO<sub>2</sub> 固定にも影響を与え、底濃度では促進作用、高濃度では抑制作用を示す。また、HF 活性に対する感受性には種特異性のあることがわかった。今後、HF 活性物質を精製単離しその性質、作用機構を明らかにしていく予定である。

現在 MBI では様々なアプローチにより基礎研究データを積み重ねている。この積み重ねが海洋資源への理解を深め、さらには利用技術の開発へと導くものと考えている。これらの研究は、MBI 支持二十四社の援助協力の外、産業科学技術開発の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構から委託をうけて実施している。

\*\*\*\*\*

#### 重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構(代表者、村田紀夫)」関係の広告

##### (1) 成果報告書の配布

上記研究の研究成果が「平成5年度研究成果報告書」としてまとめられています。この資料に興味をお持ちの方はお申込下さい。

##### (2) ワークショップ(能登)

テーマ: トランスジェニック植物の新しい評価法(仮題)

日時: 平成6年8月24-26日

場所: 石川県珠州郡内浦町 能登勤労者プラザ(能登きんぷら)

以上、連絡先

〒444

岡崎市明大寺町西郷中38  
基礎生物学研究所

電話番号: 0564-55-7500  
Fax 番号: 0564-53-7400

西村 幹夫



\*\*\*\*\*

## 会費納入のお願い

### 1994年度の会費をお納め下さい。

この会の運営のためには会員の皆様にはあまりご負担をかけずにすむよう努力しますが、年会費として 1000 円をお願いいたします。1989 年以降の会費が未納になっておられる方は下記に郵便振替でご送金いただければ幸いです。

岡山 2-32502 光合成研究会

各会員の会費の納入状況については発送用の封筒の宛名ラベルの下部をご覧ください。数字が並んでいますが、記されている年度については納入済みです。以下の例をご参照ください。

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| 89 90 91 92 93 94    | 1994 年度まで納入済み                 |
| 89                   | 1989 年度まで納入済み                 |
|                      | (数字の印字なし) 1989 年度以降の会費が未納     |
| -- -- 91 92 93 94    | 1991 年度からの会員, 1994 年度の会費は納入済み |
| 89 90 91 92 93 94 -- | 1994 年度の会費まで納入済み, 1995 年以降退会  |

また、新入会をご希望の方は入会希望年度、氏名、氏名のローマ字綴り、所属、所属機関の所在地（あるいは会報の送付先）、電話番号、ファックス番号を振替用紙の裏面にご記入のうえ上記番号の口座に会費（年間 1000 円）をご送金ください。

\*所属先の住所や電話番号等、変更がございましたら葉書などでお知らせ下さい。

\*\*\*\*\*

ニューズレター（光合成研究会会報）に載せる原稿をお寄せください。

会合の案内、研究や研究費についての情報交換、会合の報告や見聞記、提案、意見交換、質疑、広告（求人広告、意見広告、製品広告）などを歓迎します。ニューズレターの入力のための人手が不足していますので、原稿が長い（原稿用紙2枚以上）場合には、紙に打ち出したものに文書ディスクを添えていただければ助かります。NEC PC-9801 で扱えるMS-DOSテキスト・ファイルか、一太郎などの文書フォーマットのディスクで、3 または 5 インチでお送りくだされば幸いです。原稿やニューズレターの編集についてのご意見、ご批判などは 岡山大学 理学部 生物学教室 佐藤公行までお願いいたします。

\*\*\*\*\*

## 次号の予告

どのような原稿が集まるかわかりませんので次号の内容予告は出来ませんが、  
1994年9月を一応の発行予定日としています。会員の皆様から積極的に原稿や資料をお寄せくださるようお願いいたします。

\*\*\*\*\*  
\* 光合成研究会 1993年-1994年 役員 \*  
\* 会長 佐藤 公行(岡山大学 理学部) \*  
\* 幹事(日本光生物学協会への委員を兼ねる) \*  
\* 井上 頼直(理化学研究所) \*  
\* 幹事 臼田 秀明(帝京大学 医学部) \*  
\* 幹事 山本 泰(岡山大学 理学部) \*  
\* 幹事 渡辺 昭(東京大学 理学部) \*  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

光合成研究会会報 第 11 号 1994 年 6 月 1 日発行

700 岡山市津島中3-1-1

岡山大学 理学部 生物学教室

光合成研究会

Fax. 086-255-3490

電話 086-251-7862

振替貯金口座 岡山 2-32502 光合成研究会

\*\*\*\*\*