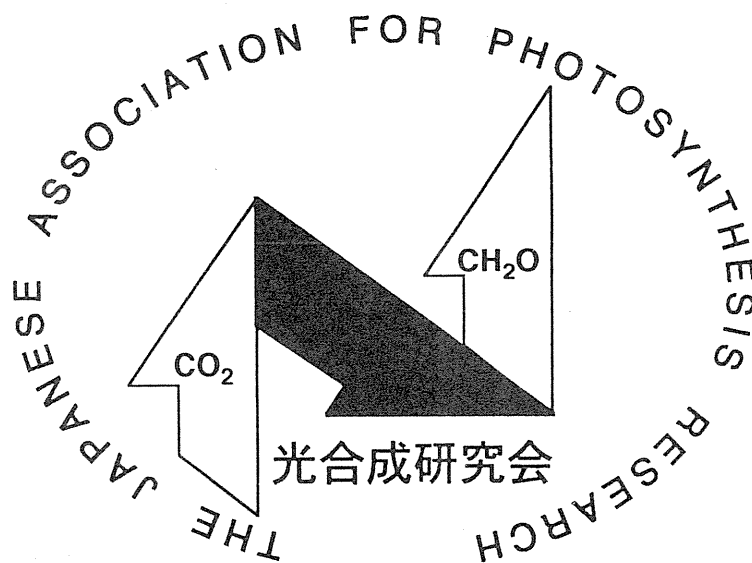


光合成研究会 会報

第17号

1996年 4月



NEWS LETTER No. 17 APRIL 1996
THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH

集会の案内	2
研究室紹介 ある私立大学の研究室－東京薬科大学生命科学部－ 都筑 幹夫	3
研究室紹介 東京大学大学院理学系研究科－植物生態学研究室－ 西田 生郎	5
光呼吸研究のはじまり－1 金井 龍二	8
日本光合成研究会会則	12

集会の案内

①期日、②集会の名称、③場所、④連絡先

①Jun.16-21, 1996, ②GORDON RESEARCH CONFERENCE "Mitochondria & Chloroplasts"
Organizer: Kathleen Newton, ③Plymouth State College,
④GRC Information: grc@grcmail.grc.uri.edu, Fax:401-783-7644

①Jul.30-Aug.2, 1996, ②地球気候変化の下での食料生産と環境改良に関する国際シンポジウム、③山口大学 ④山口大学農学部生物資源学科FPEI係り Fax:0839-22-6111

①Aug.4-9, 1996, ②GORDON RESEARCH CONFERENCE "Biochemical Aspects of Photosynthesis" Organizer: Charles Yocum, ③New Hampton School,
④GRC Information: grc@grcmail.grc.uri.edu, Fax:401-783-7644

①Aug.18-23, 1996, ②GORDON RESEARCH CONFERENCE "Photosynthetic CO₂ Fixation by Green Plants" Organizer: Steven C Huber, ③Tilton School,
④GRC Information: grc@grcmail.grc.uri.edu, Fax:401-783-7644

①Sep.27-29, 1996, ②1996 ROBERTSON SYMPOSIUM "C₄ Photosynthesis: 30 Years On"
Organizers: Bob Furbank & Susanne von Caemmerer, ③Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia, ④S.von Caemmerer, Email:susanne@rsbs-central.anu.edu.au, Fax:61-6-2495075

①Oct.10-12, 1996, ②日本植物学会第60回大会、準備委員長 岡山繁樹、 ③九州大学六本松地区、④大会準備委員会 Fax:092-712-1587
コメント：関連集会として、光合成研究会（オーガナイザー：寺島一郎幹事）を企画しています。

①Nov.17-23, 1996, ②2ND INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS "Crop Productivity and Sustainability Shaping the Future" Organizer: M.S. Swaminathan, ③Delhi, India, ④S.K. Sinha, Fax:91-11-5753678

はじめに 新しい研究室の紹介をという金井先生のご指示により、私どもの研究室について書かせていただくことになりました。自分のことを書くなど恥ずかしく、また厚かましくて申し訳ない気持ちですが、一私立大学における新設学部の一研究室のことを紹介して、読者の皆様に何かご参考になることがあればと願って筆を執る次第です。

薬科大学に新設された生命科学部 東京薬科大学は1880年の創立以来、私立の薬学系単科大学として発展してきた。その大学に平成6年4月生命科学部が誕生した。新学部の創設にあたったのは元東京大学応用微生物研究所長の水島昭二先生である。東大当時は分子細胞生物学研究所（分生研）への改組に力を注がれ、また、その理想をこの新学部に掲げられた。生命科学を学部として組織したのは国内では最初である。生命科学が発展し、社会とのつながりが強くなった現在、既成学部間の枠を越えた一つの学部として人材育成にあたらうとしてつくられた。分子生命科学科と環境生命科学科の2学科からなり、学部1学年の学生定員は160名である。講座制の形態をとる研究室が10、非実験系を含めて全教授の数は15名である。

施設・設備 生命科学部の設立にあたって、キャンパスの中に新たに研究棟が建てられた。総面積約4,500m²の12階建てのビルで、フロア毎に講座制の研究室1つと非実験系の研究室やゼミ室などがある。筆者の研究室は通路となる部分を含めて約240m²である。ビルの設計当時、68m²の実験室3つと教授室1つ（21m²）が基本型として示された。そこで、実験室の一部を区切り培養室と暗室を設け、別の実験室はその一部を居室とした。工事前だったので、幸い自由に部屋を改造できた。筆者がこれまで所属していた東大分生研では各実験室が離れていて不便であった。今、研究室が一カ所に集まっていることの便利さを強く感じている。学生はまだ3年生が最高学年のため研究室に来る学生数は少なく、研究室はおおむね静かである。来年度からは1研究室あたり16人程度の卒業研究が始まる。研究室が狭く、また、やかましく感じるようになるだろう。建物が立ってから、2年半、今はまだきれいである。

器の次は研究機器であろう。研究室創設に際して、立ち上げ費用が用意された。それにより、遠心機やオートクレーブはもちろんのこと、培養用インキュベーター、ディープフリーザー、落射蛍光微分干渉顕微鏡、その他の研究機器をそろえることができた。また、DNAシーケンサー、ペプチドシーケンサー、イメージアナライザー、共焦点レーザー顕微鏡等の高額機器は、学部内の共同機器として購入され使用されている。研究設備はかなり充実していると言えよう。余談になるが、DNA合成を外注する時の価格が安くなり、自ら合成する必要がなくなってしまった。そのため、DNA合成機が眠り始めているのはもったいないことである。

研究機器の購入はもとより消耗品を購入するために、研究費を得られるかどうかは常に心配の種である。大学側から研究室に配分される教室予算（国立大学ではいわゆる校費）は、筆者が在籍していた当時の分生研（及びその前の応微研）の1講座から考えると2倍近い額である。これは毎年安定して使えるという点でたいへん重要である。しかし、研究にはお金がかかる。文部省科研費などの援助を今後ともお願いするところである。

構成メンバー 生命科学部の教員は、創設に際して、東大、東工大、名古屋大や国立環境

研、生命研などから集まった。その中では特に、大島泰郎、高橋健治両教授をご存じの方も多いことであろう。東薬大の薬学部から移った人数が少なかったのは、薬学部の方々には不満のようであった。しかし、そのためヘテロの集団となり、おもしろい学部になったように思われる。

その中で植物を材料としているのは筆者の研究室だけである。しかも、助手を一つ水島先生の部屋に出しているため3人で構成されている。講師の藤原祥子は通産省工技院生命工学工業技術研究所から、また、助手の佐藤典裕は東大大学院理学系研究科（指導教官は川口昭彦氏）を修了して加わった。藤原は①海産微細藻類のハプト藻における石灰化機構と②クラミドモナスにおけるCA遺伝子発現のリズムについて研究を行っている。特に後者では、これまでCAの遺伝子発現に低CO₂濃度と青色光、及び光合成の光が必要であるという結果が得られていたが、細胞にリズムができると明期の初めに光がなくてもCA遺伝子の転写が起こることが明かとなった（現在投稿中）。一方、佐藤は大学院における研究を継続発展させ、膜タンパク質機能に及ぼす脂質組成の影響について研究を進めている。チラコイド膜で脂質の不飽和化が抑えられているクラミドモナスの変異株やスルフォキノボシルジアシルグリセロール欠損変異株では特に光化学系IIの活性が低下する。こうした変異株では、今のところ、光化学系IIタンパク質複合体を構成するポリペプチドに欠損が見られないことから、光化学系II周辺の脂質がタンパク質複合体の安定化に関与しているのではないかと考えている（Eur. J. Biochem. 234: 16 (1995)など）。筆者自身は、①ピレノイドの機能とその発達機構と②固相表面に付着させた微細藻類のCO₂固定について研究を行っている。前者は、これまで行ってきた微細藻類に及ぼすCO₂濃度の影響に関する研究の一つであり、後者はその知識を利用した地球環境問題への応用研究である。これまでに最大5 g・m⁻²・h⁻¹のCO₂固定速度が得られたことから、布などの上で微細藻類に光合成を行わせる大型システムによって、実用化の可能性が高いのではないかと夢を膨らませている。なお、ピレノイドの研究はこれまでは宇都宮詠子氏（現在は東大大学院理学系研究科博士課程）が進めてきた。そのほか、帝京大学の臼田秀明氏、下河原浩介氏と研究の交流を行っている。筆者はさらに、東大分生研の微細藻類カルチャーコレクションを裏で支えるべく、バックアップ体制を少しずつではあるが進めているところである。名古屋大の小川晃男氏から、*Synechocystis* sp. PCC6803が、研究者間で受け渡されているものとパスツール研究所にあるものとで、遺伝子レベルで違いがあるとうかがっている。株の由来などの情報を含めた株の管理はあらゆる研究の基礎である。立場としてはIAMカルチャーコレクションから離れたわけであるが、光合成などの研究に必要なコレクションを目指した活動は続けていきたいと思っている。

課題 新研究室とは関係のないことまで述べてしまったが、本学部の研究環境がかなり良いということはお分かりいただけたと思う。そこで、問題となるのは研究するための時間である。私立大学の経営基盤は主に授業料等学生からの納付金であるから、各教員が多くの学生を指導することが重要である。しかし、研究者の立場からすると、これは研究時間の減少を意味する。助手クラスの人材は、学生実習が主な仕事である。1～3年全体で実習担当の時間を週2日間午後と計算して、年間12週に抑える予定である。私立大学でも知的財産から収益が得られるような体制づくりが必要ではないだろうか。

おわりに 東京都八王子市の小高い丘の南斜面に位置したこのキャンパスは、緑豊かで南は多摩市を望み、西は丹沢を越えて富士山を仰ぐこともできる。京王線の平山城趾公園駅がもっとも近いが、それでも20分近く登ってこなければならない。学バスもあるが夜遅

い私たちは車の生活となっている。公共的な交通手段をとりにくいという面を除けば、東京都立大学、帝京大学など近くに多くの大学があり、研究交流は行いやすい。こうした環境の中、生命科学部は、教員自らの努力がそのまま外部に反映される程度の小さな学部である。学部の発展を目指して、教育にそして自らの研究にと勢力を注いでいる毎日である。しかし、残念なことに、本学部創設にご尽力された水島昭二先生は平成8年3月にご病気で亡くなられた。あらためて、先生のご冥福をお祈りする。1期生が4年生になるまでは新しいことも多く、また、大学院の設置など先生のご努力をお願いしたいところが多々あった。学部の大黒柱を失った私たちにとって不安はあるが、水島先生の理想を継ぎ、また、新しい学部に対する私たち自身の夢をめざして努力していこうと思っている。すでにいろいろなことで諸先生、諸先輩方から御好意をいただいていた。この場でお礼を申し上げるとともに、これからもよろしくご指導ご鞭撻をお願いする次第である。

研究室紹介 東京大学大学院理学系研究科－植物生態学研究室

生物科学専攻 西田 生郎

生物科学専攻てなに？ 東京大学の本郷キャンパスの赤門をくぐり右手に歩いてゆくと理学部2号館の古めかしい建物（地上3階地下1階）が左手に見えてきます。この建物には、かつて、理学部の植物学、動物学、人類学および地理学の各教室と各大学院専攻が独立におかれていましたが、ちょうど1年前に、これらの大学院専攻の内、植物学、動物学、人類学の3専攻と新たに設立された進化多様性生物学大講座が融合して生物科学専攻という新しい大学院専攻を新設しました。生物科学は、浅野地区にある生物化学と同じ読みなので、学内では混乱を避けるために“生物サイエンス”と呼んでいるようです。生物科学専攻の概要説明書の冒頭には、黒岩専攻長による大学院専攻設置の目的が述べられており、私なりに要約すると“生物種の多様性の維持と地球環境の保全を人類共通の課題としてとらえ、これらの課題に少しでも貢献できるような基礎生物学的資料を提供すること”と唱われています。

光合成研究会と私 私は、昨年（平成10年）10月に岡崎の基礎生物学研究所の村田研究室から“生物サイエンス”専攻の植物生態学研究室（渡邊研）に転任してまいりました。転任後まもなく東大で行われた光合成研究会と重点研究村田班の合同シンポジウムのお世話をさせていただき、それがご縁で光合成研究会に入会することになった（あるいは、同じ山田研究室出身の大西先輩に引き込まれた）次第です。もともとの専門は、植物の脂質生化学であるので、いわば、“もぐり”の光合成研究者であります。今日は、私が所属する植物生態学研究室について、研究室の雰囲気、研究内容、研究以外の活動等々を総合的に紹介したいと思います。

研究室構成 図1に研究室の人員構成を示します（何か論文みたい）。この原稿を書いているのは、締め切りを明日に控えた3月某日ですが、図には、平成8年4月時点での見込み人員を示してあります。総勢19名です。この図から読みとれない渡邊研究室の人員構成の特徴は、woman powerの強いことで、man powerは過半数に足りません。その恩恵かどうかはわかりませんが、渡邊研では忘年会以外のコンパはほとんど手作りの食べ物で行われています。研究室の雰囲気はとても明るく、大学らしい（本当は小学生のような）いたずらがときどきあります。私は、着任早々、部屋の前の名札に“うふっ”というシールを

貼られてしまいましたが、これは、端からM1の大学院生F君のイタズラであることは、お見通しでありました。

教授：渡邊 昭
助教授：西田生郎
助手：園池公毅
助手：伊藤正樹
技官：青山惇彦

大学院博士課程：6名
大学院修士課程：7名
客員研究員：渡辺明夫

図1 植物生態学研究室の構成 (平成8年4月見込み)

植物生態学の端っここの植物環境生理学 さて、研究の話を始めましょう。大地に根を下ろして固定生活する植物は、その生育場所を移動することができないので、生育環境の激しい変化にも耐えられるよう、さまざまな機構を進化の過程で獲得してきました。その機構は、ときには環境変化に応答して数多くの遺伝子を発現させるという大がかりな対応になることもあるでしょう。植物生態学研究室では、このような植物の外部環境への応答について、主に以下に紹介するような研究を行なっています。我々は、このような研究を植物環境生理学という名前と呼んでいます。伝統的な植物生態学とは異なった研究手法をとっていますが、研究の目的は、まさしく冒頭に述べた生物科学専攻の設立目的そのものであり、なんとか植物生態学の端っこに引っかかれればと考えています。

緑葉細胞の暗黒への応答 植物固有の機能である光合成を行う葉は、光の無い夜間にはどのようにして生きているのであろうか。また、昼間であっても、植物の茎の下部に位置する葉は上部に葉が茂ってしまうと被陰をうけ、その結果、下部の葉の寿命が変化して早く老化してしまうことが知られていますが、どのような機構が葉の寿命をコントロールしているのだろうか。このような植物に特徴的な暗黒への応答過程では、どのような遺伝子が働き、そこにはどのような発現調節の機構が存在しているのだろうか。これらの疑問に答えるために、光合成を担う細胞小器官である葉緑体の形成と退化の機構を含めて、暗黒条件下で特異的に発現する遺伝子を解析することから、この生態学的に重要な機構が解析されています。

図2に暗黒条件に特異的に発現する遺伝子のcDNAとして現在までに単離されたものを示

シロイヌナズナ	
α -glucosidase	Asparagine synthetase
β -glucosidase (myrosinase)	RNA-binding proteins
branched-chain β -ketoacid dehydrogenase (E1 β subunit)	ACC oxidase
Dihydrolipoylacetyltransferase (E2 subunit)	gag gene of retrovirus
Mannose-6-phosphate isomerase	ハツカダイコン
Fructose-6-phosphate 2-kinase/ fructose-2,6-bisphosphatase	Sulfide dehydrogenase(din1)
	Glutamine synthetase 1

図2 暗黒条件に特異的に発現する遺伝子のcDNA (他の遺伝子にホモロジーの見つかったものも含む)

します。これらの遺伝子産物の機能から類推すると、夜間には、緑葉といえどもエネルギー飢餓に陥ってしまい、それまで使われていなかった資源をエネルギー源とするための新たな代謝系を確立する様が浮き彫りにされてきています。また、根から吸収されるのみで、植物にとってきわめて貴重な栄養素である窒素についても、今まで古い葉で使われていたものを若い器官で再利用するために数多くの遺伝子を発現するようになるということです。これらの遺伝子の中には、人間の遺伝病の一つであるメープルシロップ尿症の病因遺伝子に相当するもののように、植物で初めて見つかったものなどが含まれています。暗黒という環境から、これらの遺伝子の発現に至る細胞内の信号はどのようなものなのか、また、遺伝子にはどのようなプロモーター構造が必要なのか、といった問題が現在の中心的課題となっています。

光合成と環境 植物が太陽光を化学的なエネルギーに変換する反応（光合成反応）の仕組みと、そのような光合成反応の、低温、高温、降雨、低CO₂濃度などの不利な環境因子に対する応答（ストレスによる障害、障害の回避、および障害からの回復）の意義を解明することを目的に生理学、生化学、および生物物理学的手法を駆使した研究が行なわれています。

植物と低温に関する研究 低温は、植物の環境条件のひとつであり、低温に順応できた植物だけが寒冷地域への進出に成功したといえましょう。低温は、また、越年生植物や多年生植物に対しては、越冬するための準備を促す環境シグナルとしても作用します。このような植物の低温に対する順応機構や応答機構を理解することは、植物生理学の興味ある研究課題であり、また、寒冷地域での植生の保護や農業生産の拡大に貢献する技術を生み出す可能性をも秘めています。植物細胞膜の耐凍性における重要性が多くの研究によって示唆されており、特に、低温に応答した脂質や膜タンパク質の変動は、凍結環境に対する細胞の順応機構として注目されています。しかし、凍結耐性との直接の因果関係は依然としてあいまいであるので、形質転換植物系を用いて、細胞の脂質や膜タンパク質の組成を制御することにより凍結耐性との因果関係を調べようとしています。具体的には、細胞膜の主要リン脂質であるホスファチジルコリン（PC）の生合成律速酵素（CCT）に対するcDNAをシロイヌナズナに導入することにより、細胞膜の脂質レベルの変動と耐凍性との因果関係を明らかにすることを計画しています。

植物における細胞周期特異的遺伝子の研究 植物の発生プログラム、形態形成の機構の解明には、細胞増殖がどのように制御されているかについて知ることが非常に重要であると考えられます。細胞周期の特定の時期にだけ発現するような遺伝子は、細胞周期依存的遺伝子と呼ばれ、出芽酵母では数多く同定されていますが、高等植物では殆ど明らかになっていません。そこで高等植物における細胞周期依存的遺伝子の単離を行い、サイクリン、DNA複製関連遺伝子など、これまでに複数の遺伝子を同定しています。このような遺伝子の発現をマーカーとして用い、細胞周期の進行がどのように制御されているのかについて、培養細胞を用いた実験系で解析しています。特に植物細胞がどのようにして細胞周期中の位置情報を感知し、周期依存的な遺伝子発現に結びつけているのかを明らかにすることが研究のゴールであると考え、研究がおこなわれています。

最後にスポーツ・文化活動 研究室のメンバーは、いろいろな趣味をもっているのですが、最後にこれらを紹介します。渡邊先生は大の自転車好きです。宿舎から毎日自転車で30分かけて通勤してこられます。また、学生時代は、馬術部に所属していたそうです。青山さんは、華道のお師匠さまで、バレンタインデーにはお弟子さんからの和菓子の贈り物を皆にふるまい、若者との格の違いをみせつけています。園池さんは、知る人ぞ知るやんごとなきおつとめの他に、大のスポーツ好きとして知られており、テニス、バトミントン、野

球、ソフトボール、サッカー等々でいつも大活躍をします。伊藤さんの趣味は、焼肉定食に対するこだわりではないでしょうか。うまい焼肉定食の店を紹介したものにはその店でおごってやると、ときどき院生と話をしています。渡辺（明夫）君は、スポーツ万能とのこと。院生では、相撲の土佐の海のファンのOさん、美術品鑑賞の好きなIさん、I♥MacのS君、中国の山にこもりたい留学生のUさん、サッカーファンのN君、多趣味のNさん、“3高”（高学歴、高身長、高給与）のうち“2高”を備えながら未だ彼女募集中のF君、そして、F君いじめが趣味というYさんとTさんがいます。私は、ときどき、ヴェルディー川崎の柱谷選手の親戚かと言われますが、やはり、サッカーが好きです。

光呼吸研究のはじまりー1

金井 龍二

植物の光合成と呼吸の研究は、1772年8月に英国リーズの牧師Jeseph Priestleyが発見した、「植物による空気の浄化作用」にはじまる。”密閉箱の中でローソクを燃やすとしばらくして消えてしまい、マウスを入れると窒息死する。しかし、その中にハッカの小枝を入れて約10日間放置すると、その箱の中でローソクが再び燃え、マウスも窒息死しない”ことを観察し、植物には燃焼や呼吸で腐った空気（炭酸ガスが増加した“fixed air”）を生命維持に必要な空気（“dephlogisticated air”：マイナスO₂デナイ状態の空気）に変える能力がある”と結論した。ただし、彼はこの働きに光が関与していることに気付かなかったため、実験結果の再現性に悩まされた。また、当時、気体化学の創生期に流行したフロジストン説（燃焼や呼吸では、物質からphlogiston[燃素]という元素が放出されると考えたが、実は[マイナスO₂状態]を元素の存在と誤認していた）を信奉していた彼は、この空気の浄化作用が植物の光合成による酸素の放出にあるとの理解には至らなかった。ところで、彼は熱烈なプロテスタントとして英国国教会への反対運動に熱心で（図1右）、自らも新大陸ペンシルバニアに逃れ、その地で亡くなったという。その活躍の様子は岩波新書の杉浦忠平著「理性と革命の時代に生きて」に詳述されている。ただし、光合成の発見はほんの数行しか触れられていない！ともかく、この発見は医学的見地から、ロンドンで大評判になった。オランダ生まれのオーストリア宮廷医 Jan Ingen-Houszは、この結果を追試するため、1779年夏に休暇を取って、わざわざロンドンに滞在し、数ヶ月で500回以上の実験を重ねて、同年10月には本にまとめて出版する早業であった。彼によれば、“空気の浄化作用は植物の緑色部に光が当たったときに起こる光化学反応で、暗所では植物も空気を腐らせる。”改訂版(1796)では、



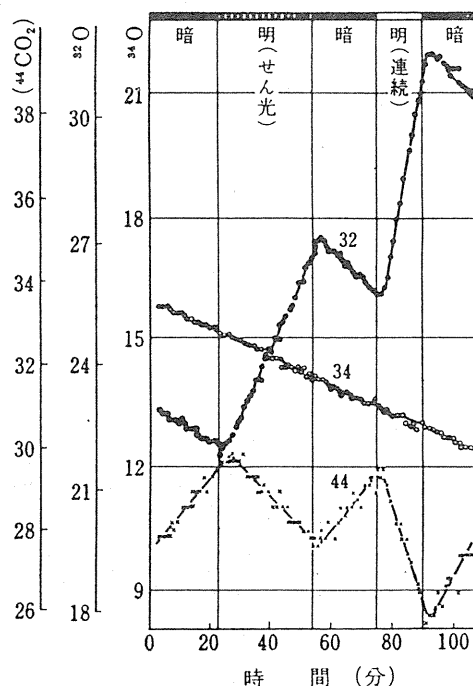
いち早くLavoisier(1785)の気体命名法を採用し、"この働きで植物は酸素を放出し、炭酸ガスを取り入れて体内の有機物を作る"と述べている。要するに、植物は昼間は光合成を行うが、夜間は呼吸をするというわけである。

そこで問題になるのは、植物の葉が、昼間光合成をしているとき、呼吸の働きはどうなっているのだろうかという疑問である。Ingen-Houszは単純に、昼間は呼吸が停止すると考えたが、光合成を定量的に扱おうとする後の植物生理学者にとって、この疑問は、真面目に考えると夜も眠れなくなる"nightmare"であり続けた(Rabinowitch, 1945)。光合成と呼吸では CO_2 と O_2 の出入りが互いに逆になるので、光合成中の呼吸を定量的に扱おうとする試みは常に過小評価になるおそれがある。結局、植物の光合成組織における呼吸は明暗に関係なく一定に起こると仮定し、真の光合成速度は、光照射中の O_2 放出(見かけの光合成)に暗処理中の O_2 吸収を足した値とする他にしようがなかった。ところが、Allan H. Brown(1953)はクロレラに重酸素(^{18}O ^{16}O :質量数34)を与えて気相の質量分析をした実験により、この推論が正しいことを示したのである(図2右)。

この図で、質量数44は CO_2 の出入り、32はクロレラ体内からの O_2 放出で、これらは呼吸と光合成を表す。これに対し、質量数34は明暗に全く関係なく一定速度で取り込まれていることを示している。この結果は、植物生理学者をほっとさせただけでなく、葉緑体の光合成とミトコンドリアの呼吸を個別に研究している人々にも極めて受け入れやすい立場であった。

しかし、光合成と呼吸が互いに影響し合う可能性を示唆する実験結果も以前から得られてはいた。その代表的な2例はWarburg効果(高 O_2 分圧下におけるクロレラ光合成の阻害の発見, 1920)とKok効果

(光合成速度の光強度依存性直線が光補償点付近の弱光で折れ曲がる現象, 1948)で、何れも光合成中に呼吸が何らかの影響を受ける可能性を示唆するものと見なされた。第3の例は光合成中に光を消した直後1~2分間で見られるガス代謝異常である。20世紀半ば頃まで、生化学研究室の主設備の一つがマノメーターで、大抵の反応は O_2 または CO_2 の出入りとして定量していた。この測定法は、呼吸により放出される CO_2 をアルカリで捉えて、 O_2 吸収のみを正確に定量できるので極めて有効であったが、光合成では CO_2 取り込みを伴うので、特別の炭酸緩衝液を用いるなど様々な工夫が必要になり、Warburg自身も生涯この装置の改良に腐心し、光合成の高量子収率を得る事に関心を持ち続けた。ところで、Warburgの説に反論し続けることによって、輝かしい研究業績を残したのはEmersonだが、あまり知られていない彼の論文(1941)に、マノメーターによるクロレラの光合成測定の際、光を消した直後に見られるガス代謝の異常に関する報告がある(この辺の事情について、故高宮篤先生の優れた解説がある。蛋白質核酸酵素臨時増刊「光合成の生化学」1965年10月号)。しかし、マノメーター法は葉の光合成を測定するには役に立たない。そのため、赤外線による CO_2 ガス分析装置(IRGA)が開発され、1950年頃から農学者や生態学者の間で、これを用いて、高等植物の光合成と呼吸を測定する者が出てきた。ニューヨーク植物園のJohn Deckerもその一人で(図3:次ページはIRGA分析装置のB/L社のパンフレットで、下線



Photosynthesis—Key to Our Food Supply

Infrared gas analyzer is employed to indicate CO₂ uptake by green plants in experiments with photosynthesis.

ALL FORMS OF LIFE depend for existence on food in one form or another. Practically all food is produced directly or indirectly by photosynthesis, a process in which green plants use the sun's energy to make sugar from the carbon dioxide in the air. Since all the food, fuel, fiber and flesh of the world are made of transformed sugar, photosynthesis is the first step in the entire food-making process, and most of man's cultural practices used in growing plants are aimed directly or indirectly at increasing the photosynthetic yield.

Because of its importance in all forms of agriculture, horticulture and forestry, an easy and rapid method of measuring photosynthesis would be an invaluable tool. It would provide a means of evaluating directly the many factors affecting yield or dry weight increment, such as environment, insects, diseases, control measures and cultural practices. However, photosynthesis techniques have had only limited practical value in the past because they were cumbersome, tedious and inaccurate.

A promising technique has now been developed which appears to be fast enough, accurate enough and simple enough to serve as a very practical diagnostic tool. The technique,^{1,2} developed by Dr. John P. Decker of the Brooklyn Botanic Gardens, is based on the change in CO₂ content of the air in a closed system surrounding the plant shoot or leaf under investigation. The leaf or branch, still attached to the plant, is sealed in a chamber with modeling clay. This chamber is connected in closed series with a small air pump and a Liston-Becker Model 15 infrared gas analyzer for continuously monitoring the CO₂ content of the air. The fall of CO₂ content is taken as a measure of the CO₂ uptake by the plant. The laboratory setup for making this determination is shown in the photograph, with Dr. Decker watching the progress of the experi-

Dr. Decker conducting an experiment in photosynthesis in his laboratory at Brooklyn Botanic Gardens. A leaf attached to the living plant has been sealed in a closed system, and the L-B Analyzer (lower center) indicates CO₂ percentage in the system. (Photo by Walter Daran)



ment. An L-B Analyzer is in the foreground.

Sensitivity of this system is so great that Dr. Decker has been able to demonstrate the slight amount of photosynthesis resulting when a single leaf is lighted by a flash of light lasting only one second. This is equivalent to the production of less than one *billionth* of a pound of sugar. Similarly, he has demonstrated the interruption of photosynthesis resulting from a one-second darkening of the leaf. Changes in CO₂ concentration of as little as 2 parts per million can be accurately measured, and this still does not take full advantage of the capabilities of the Model 15 analyzer.

Working with his graduate student, John Clark, Dr. Decker determined that photosynthesis in a grapefruit leaf halted abruptly 40-60 seconds after the twig was cut from the tree. This explained why twigs cut at the Minute Maid plant in Florida, packed in wet moss and shipped air express were inactive when unpacked and tested in Syracuse, N. Y., 24 hours later. Mr. Clark found that

a red spruce branch photosynthesized exactly the same before and after being cut from a tree.³

Dr. Decker has found that immediately after a rapidly photosynthesizing leaf is darkened there is a large outburst of CO₂ from it.⁴ This, together with evidence obtained by geometrical analysis of other data, allowed him to prove the existence of photorespiration, popularly known as "Rabinowich's Nightmare," a hitherto purely hypothetical phenomenon. Proof of the existence of photorespiration necessitates revision of the accepted estimates of the quantum efficiency of photosynthesis.

Thus the L-B gas analyzer with its high sensitivity and stability may contribute indirectly to the world's food supply, and perhaps help in the ultimate large-scale use of photosynthetic processes in laboratories and factories.

REFERENCES

- ¹ Plant Physiology 29: pp. 305-305, 1954.
- ² Plant Physiology 30: pp. 82-84, 1955.
- ³ Plant Physiology 29: pp. 489-490, 1954.
- ⁴ Time Magazine, Apr. 25, 1955, p. 63

下線はは私がつけた。彼はタバコをはじめ様々な植物の葉を用いて、暗・明におけるCO₂ガスの出入りから、光合成と呼吸の速度を測定している際、明暗切り替え直後の暗所ではCO₂放出速度が一時的に極めて高くなり、定常状態の暗呼吸の4～5倍に達する点に注目

した(Plant Physiol.30:82,1955)。彼は、この光照射直後の CO_2 放出現象(Post-illumination CO_2 burst: PICB)は、光合成中に葉の呼吸が高まっていた事を示す証拠と見なした。さらに、PICBは前照射中の光強度依存性で、温度応答が暗呼吸とは異なることから、光照射中の呼吸はいわゆる暗呼吸とは異なるメカニズムによると考え(J.Solar Energy Sci. and Engineering 1:30,1957; ibid.2:39,1958; Plant Physiol.34:100 & 103, 1959)、これを光呼吸(Photorespiration)と名付けた(図3; J.Agric.Univ.of Puerto Rico 43:50,1959)。しかしその後、彼の論文は出ていない。

光呼吸の再発見は1964~65年で、この時期は、ハワイのHugo Kortschakらによるサトウキビの C_4 光合成経路に関する公式発表(1965)と軌を一にしている。カナダのKrotkovやTregunnaと西ドイツEgleとFockの研究グループが、やはり、IRGAを用いてPICBの詳細な解析により光呼吸が認知された。これは、新経路を持つ C_4 植物が光呼吸の特性を示さないことに関連して、逆に、 C_3 植物に見られる光呼吸現象(高 O_2 下での CO_2 補償点やPICBの増大)が、にわかに脚光を浴びるようになったためである。残念ながら、両グループは共にDeckerの業績をあまり高く評価していない。しかし、Israel Zelitchが著書(1971)中で光呼吸におけるDeckerの先駆的役割を強調した結果、一般に再認識されるようになった。来日した研究者に、その理由を尋ねたところ、カナダグループの後継者の一人が次のような説明してくれた。当時、Brownの実験結果が余りにもわれわれの願っていた推論によくマッチしていたし、光呼吸は暗呼吸とは別種のものだとの主張は一般には容易に受け入れられなかった。そのうえ、Brownは植物生理学会誌の編集者でもあったことも関係があらうと言う。

その後、光呼吸の生化学も明らかになり、低 CO_2 高 O_2 条件下では光呼吸が促進されることも分かっている現在の視点で、Brownの実験条件を再検討してみると、おそらく ^{18}O 酸素が貴重なためと思われるが、気相の ^{18}O 酸素は2.25%、 CO_2 は2%となっている。しかし、このような低 O_2 高 CO_2 条件では、光呼吸は全く起こらないのは明らかである！ 実際、21% $^{18}\text{O}_2$ -0.033% CO_2 条件下では光強度に依存して質量数36の取り込みが促進されることが証明されたのは、少し後のことである(Kokら1963)。何はともあれ、 C_4 光合成経路の発見におけるKortschakの役割を、光呼吸の発見ではDeckerが果たしていたことは確かである。

余談になるが、私の学生時代に、BrownやKrotkovが田宮研究室を訪問し、おそらく、上に述べた彼らの研究をゼミで披露された様な気がしている。顔は想い出せるが、仕事の内容は正確に覚えていない。また、アメリカではDeckerにも会ったらしい。と云うのは、彼の昔の論文を手に入れたくて、手紙を差し上げたところ、図3などを含めて貴重な資料をお送りいただいたが、添えられたお手紙に、”私はアメリカ植物生理学会の南部支部会(アラバマ州モービル)で、あなたに会いました”と書いてありました。1972年の同支部会シンポジウムで、私がClanton Blackの研究室で行った仕事を話したのですが、後のパーティーで紹介され、握手をした多数の人々の中に、おそらく、Deckerも含まれていたに違いありません。いまさら、自分のヒヤリングのまずさを後悔してもはじまらないことでした。

日本光合成研究会会則

第1条 名称

本会は日本光合成研究会(The Japanese Association for Photosynthesis Research)と称する。

第2条 目的

本会は光合成の基礎及び応用分野の研究発展を促進し、研究の交流を深めることを目的とする。

第3条 事業

本会は前条の目的を達成するために、年会、シンポジウムの開催などの事業を行う。

第4条 会員

1. 定義

本会の目的に賛同する個人は、登録手続きを経て会員になることが出来る。又、団体、機関は賛助会員になることが出来る。

2. 権利

会員は本会の通信及び刊行物の配布を受けること、本会の主催する行事に参加することが出来る。会員は、会長を選挙すること、及び役員に選出されることが出来る。

3. 会費

会員及び賛助会員は所定の年会費を納めなければならない。

第5条 役員

本会の役員として会長及び幹事若干名をおく。会長は選挙により会員から選出する。

幹事は会長が委嘱する。役員の任期は選出の翌年から2ヶ年とするが、2期を越えて重任することは出来ない。その他、必要に応じて、専門委員をおくことが出来る。

第6条 幹事会

幹事会は会長と幹事をもって構成され、会長がこれを召集し議長となる。幹事会は本会の運営に関する事項を審議決定する。

第7条 総会

総会は原則として年1回、年会またはシンポジウム開催の際に会長が招集し、出席会員をもって構成する。議長は出席会員から選出される。幹事会は総会においては次の事項を報告し、その承認を受ける。

- 1) 前回の総会以後に幹事会で議決した事項
- 2) 前年度の事業経過及び会計報告
- 3) 当年度及び来年度の事業計画
- 4) 会則の変更
- 5) その他の重要事項

第8条 会計年度

本会の会計年度は1月1日から12月31日までとする。

付則

第1 本会の事務所は会長が幹事会の了承を得て定める。

第2 役員の選出

役員の任期満了の年に会長の選挙を行う。この選挙にあたり、幹事会は若干名の候補者を推薦することが出来る。

第3 年会費は個人会員1,000円、賛助会員一口50,000円とする。

第4 この会則は昭和62年7月1日から施行する。

第5 現代表幹事及び幹事の任期は、本規定により行われる役員選出の結果発表日までとする。

編集者より

光合成研究会を引き受けてから、2年目に入りました。その間に、明らかになったことは、現在の年会費1,000円では、全会員から滞納なしに会費を徴収しても、この会報を1年に3回しか出すことしかできないことが判りました。やりくりすることにより、印刷費用は低く抑えているのですが、年会費設定以降における郵便代金の高騰が主な原因です。発足当初は光合成研究会が主催したシンポジウムでは話題提供者に旅費の一部をお出しできたと記憶しているのですが、昨年のシンポジウム「光合成研究の最前線」では重点領域研究村田班の全面的サポートのお陰で、共催が可能になった次第でした。やはり、そろそろ会費の値上げをせざる時期に来ているのではないかと思わざるを得ません。いま、考えている一案は会員を学生会員と一般会員に分けて、一般会員の年会費を2000円にしますが、学生会員は1000円に据え置くことです。そのためには、総会を開いて、会則の付則を変更する必要があります。そこで、日本植物学会の関連集会（集会の案内を参照）の際に、総会を開いて、会費値上げを決定していただくことになると思います。これに関する賛否のご意見を、私たちの方へ電話かFAXで、どしどし、お寄せ下さいますようお願いいたします。

なお、光合成研究会の会則には賛助会員の制度もありますので、石井幹事の骨折りにより、今のところ2社から、ご快諾を得ました。会員の皆様のご協力により、このほかにも賛助会員になっていただける会社・企業団体や協会をご紹介頂ければと思います。どうぞよろしくご配慮の程をお願いいたします。

また、光合成とその関連分野の発展のためには、若い研究者や学生の参加と協力が必要です。周りの知人や大学院生・学生にも、ぜひ、光合成研究会への加入を勧誘して下さいようお願い申し上げます。

この会報を光合成研究者の意見交換の場として活用していただきたいと考えています。次回は7月を予定していますので、会に対するご意見、学会見聞録、会合のアナウンス、様々な話題やお便りなどを、6月の中旬までに原稿をお寄せ下さるようお願いいたします。

本年度会費は、まだ、年額1000円に据え置いています。会報をお送りした封筒の宛名の下には、お納めいただいた会費の年度が記載されていますので、よろしくお願い申し上げます。なお、滞納のある方が1年分の会費をお納めいただいた場合は、滞納年度に補填させていただいておりますので、ご了承下さい。（R K）

光合成研究会 1995年～1996年役員

会長	金井 龍二（埼玉大学理学部）
幹事（日本光生物学会の委員を兼任）	
	井上 頼直（理化学研究所）
幹事	石井 龍一（東京大学農学部）
幹事	寺島 一郎（筑波大学生物科学系）
幹事	大西 純一（埼玉大学理学部）

光合成研究会賛助会員 名簿

株式会社 海洋バイオテクノロジー研究所

日本たばこ産業株式会社

光合成研究会 会報 第17号

1996年 4月10日発行

〒338 浦和市下大久保255

埼玉大学 理学部 分子生物学科

光合成研究会 TEL. 048-858-3396 FAX. 048-858-3384

e-mail: ohnishi@molbiol.saitama-u.ac.jp

振替貯金口座 00150-9-569022 光合成研究会
