

わが国の植物生化学研究雑感

名古屋大学農学部 赤沢 勇

私は自然科学の歴史に関心があるので、優れた科学者の回顧録や、生誕記念文集、また学会創立記念刊行物などを比較的よく読むほうだが、まことに教えられことが多い。もっと自由な時間が持てるようになったら自分なりに日本の科学に関して調べてみたいと思うことがある。長い歴史を持つ学会が節目にあたって将来の展望をふまえて過去を振りかえることはたいへん意味のあることだ。だから今回の農芸化学会の企画、とくに歴史へんさん委員会の仕事は貴重なものになるであろう。ただし、いざ私に農芸化学分野において植物生化学が果たした役割を調べるという役が課せられるとなると当惑してしまう。以下はまったく個人的な感想文めいたものであることをお断りしなければならない。

米国生化学会は Harvard 大学を退官した Edsall 教授の主宰する委員会が中心となって、米国の生化学の歴史に関する資料の収集を行っており、TIBS にしばしば興味深い論文が発表されている⁽¹⁾。米国植物生理学会(ASPP)は 1974 年、創立 50 周年記念論文を集録した *Plant Physiology* の特集号を発行しており⁽²⁾、次の 8 つの分野が取り上げられている。(i) 光合成、(ii) 光生物学、(iii) 代謝調節、(iv) N-固定、(v) 植物ホルモン、(vi) 細胞膜、(vii) 水分生理、(viii) 物質移動。また英国生化学会は第 500 回の学会大会(1969)を記念して “British Biochemistry Past and Present”⁽³⁾ という記念出版物を刊行した。これも私が印象深く読んだ書物の一つである。この本には “A Survey of Achievement between 1911 and 1969” という副題がついている。Kendrew, Phillips, Porter, Morgan, Krebs, Kornberg, Synge, Sanger 等がそれぞれの専門領域について記述しているが、そのいずれにおいても後世に残る卓越した研究がなされたことがよくわかる。また N. W. Pirie による葉蛋白質、A. J. James の植物脂質に関する研究の紹介もある。これらと比較するとき、日本農芸化学会の 100

年の歴史において、植物生化学の領域で特筆すべき成果、あるいは顕著な発見として、どのようなものが取り上げられるであろうか。個々の研究者によって評価、判断の違いがあり、また好みもあるが、面白いリポートが生まれるのはあるまいか。それとは別に、一応の基準として *Ann. Rev. Biochem.* や *Ann. Rev. Plant Physiol.* に cite された関連論文数を年度順に集計してみると面白い結果がえられると思う。大学生のアルバイトにとってこのようなことを試みてみれば、有用なグラフができる上がるにちがいない。

上記英國生化学会の刊行書のなかに面白いグラフが出ている。それは 1951 年以降、年ごとに新しく構造が決定された蛋白質分子のアミノ酸残基数の増加を集計したものである。そのうち、英國の研究者によるものが黒くシェードされているが、その割合が驚くほど高い率を占めている。Sanger によるインスリン分子の一次構造の決定は蛋白質化学研究の歴史において特筆すべき業績であったばかりか、その後の分子生物学にきわめて大きい影響を及ぼした。いざれにしてもこのグラフは科学研究における先見性、独創性、新しい方法の開発の重要性といったことをよく表している。現今、技術の進歩ということもあって、蛋白質の一次構造の決定はそれほど難しいものではなくなったし、その知見のみにとどまるような研究はあまり評価されなくなってしまった。また、新しい方法として組換え遺伝子法が登場してきた(後述)。

似たようなことは蛋白質の X 線構造解析にもみることができる。Cambridge の構造学派によって先鞭をつけられたこの研究領域は、今日日本においてもおそらく隆盛をきわめているのである。それは高度成長期を経てわが国の研究環境の著しい整備によって可能となってきたのである。にもかかわらず蛋白質の立体構造の解析のみでは研究の独創性はあまり評価されない。もう一つの例は最近あまりにも頻繁に語られることではあるけれど

も、組換え遺伝子法による cDNA クローニングに関するものである。いくつかの専門雑誌は cDNA クローニングと塩基配列決定だけを報ずる論文を掲載しないことを明記している。この研究の課題についての時代的変化に関しては、おそらくここ数年の日本の植物生化学も話題を提供する情況にあるのではないか。それのみか、ひょっとすると批判にさらされる面があるかもしれない。すなわち我が国でも DNA 塩基配列の決定が容易になれるようになり、学会発表をもぎわし始めたのである。このことはあとで触れるように、いわゆる植物バイオテクノロジー研究の現状と深く関わっている。

さて私は第二次大戦直後東京大学農芸化学科に学んで今日に至っているので、戦後期、高度成長期、1980 年代の農芸化学領域における植物生化学に具体的に接してきた者一人であることは確かである。

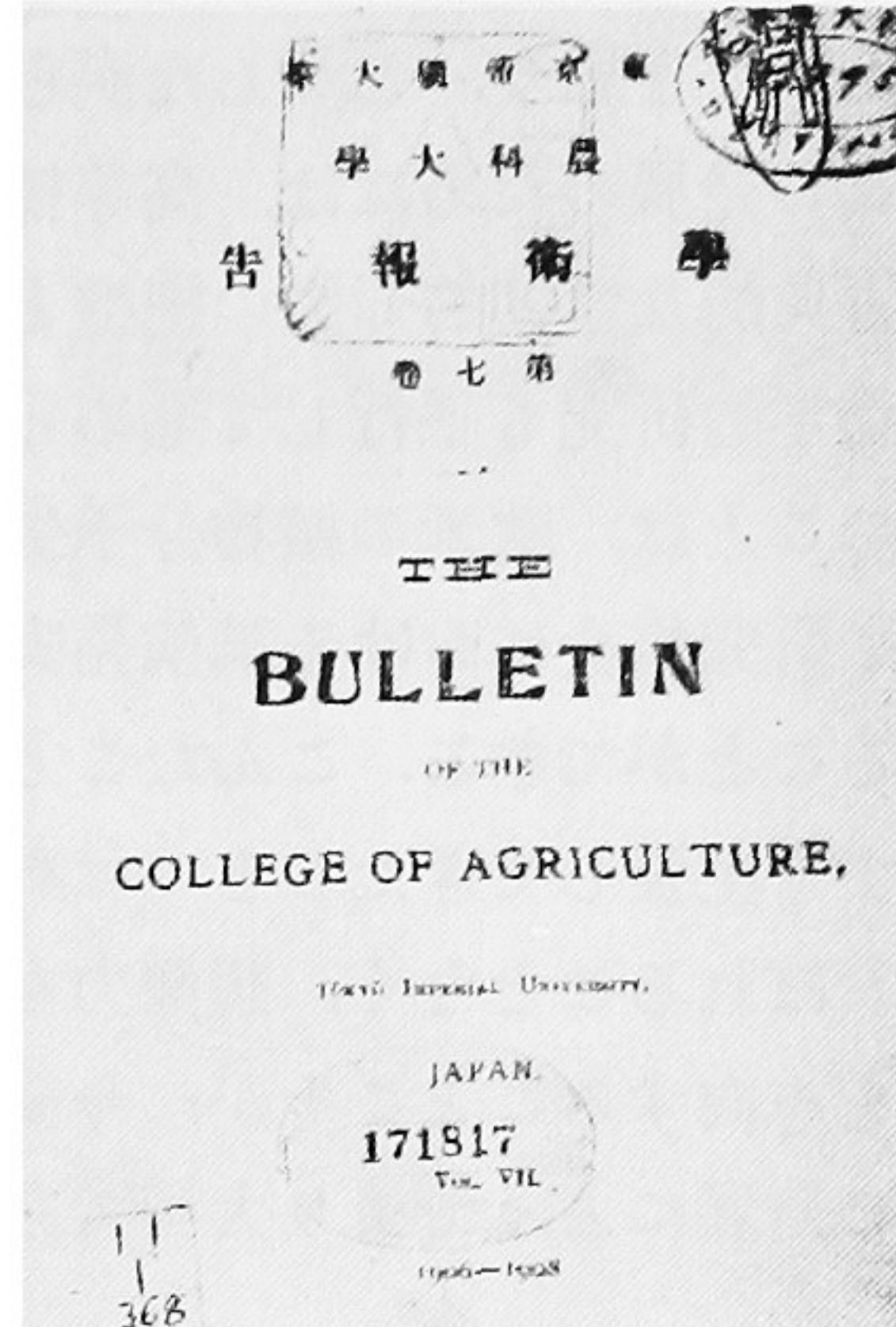
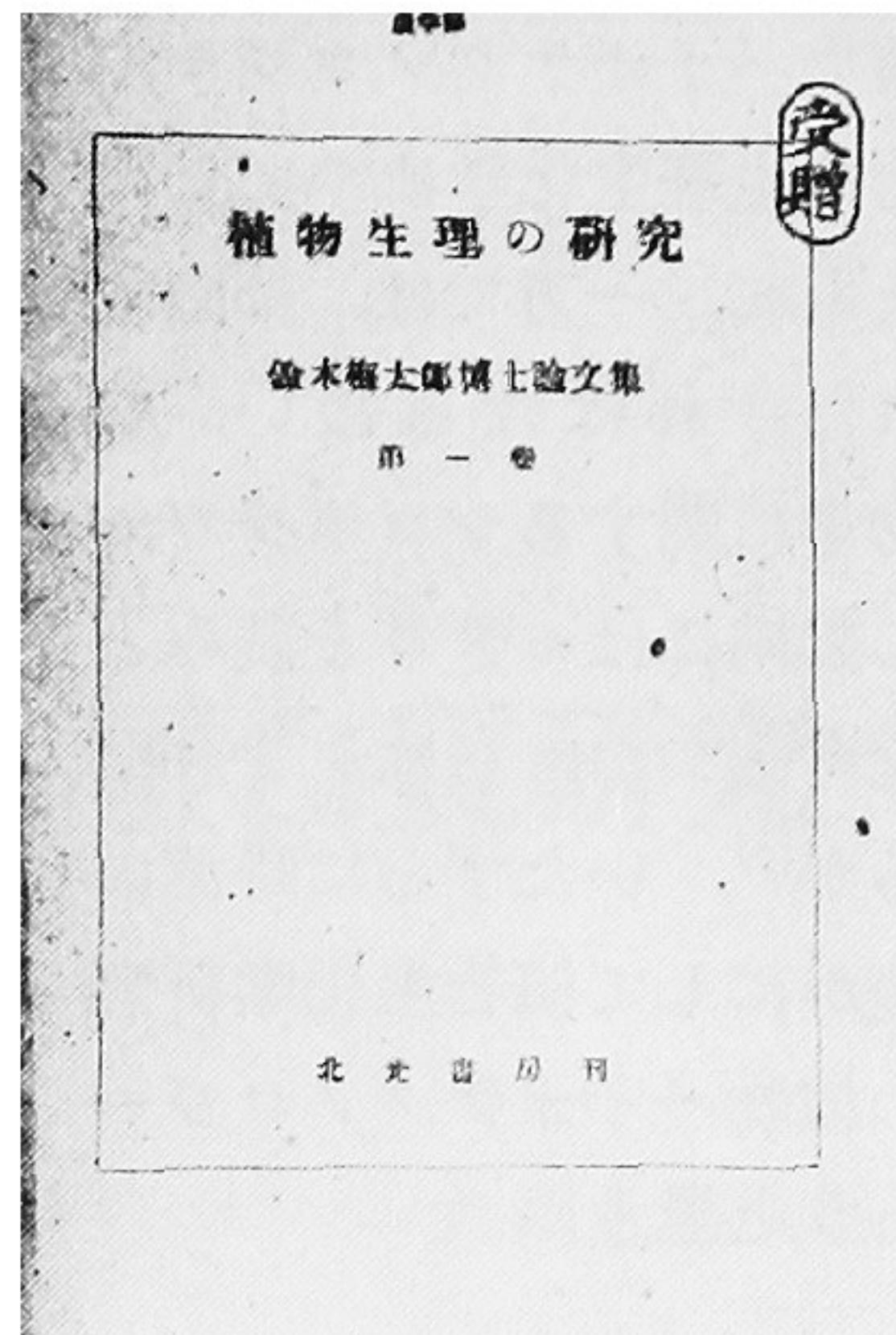
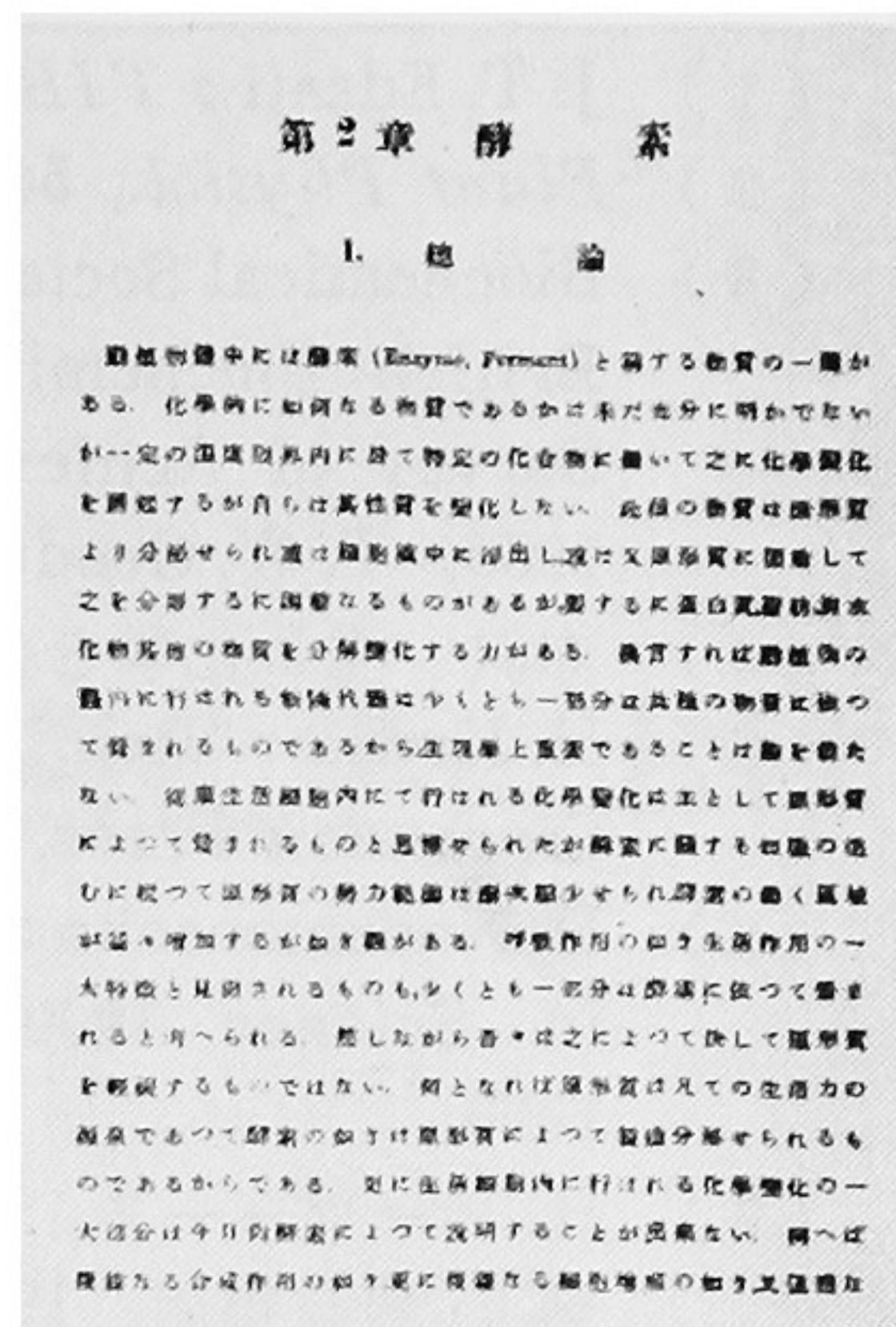
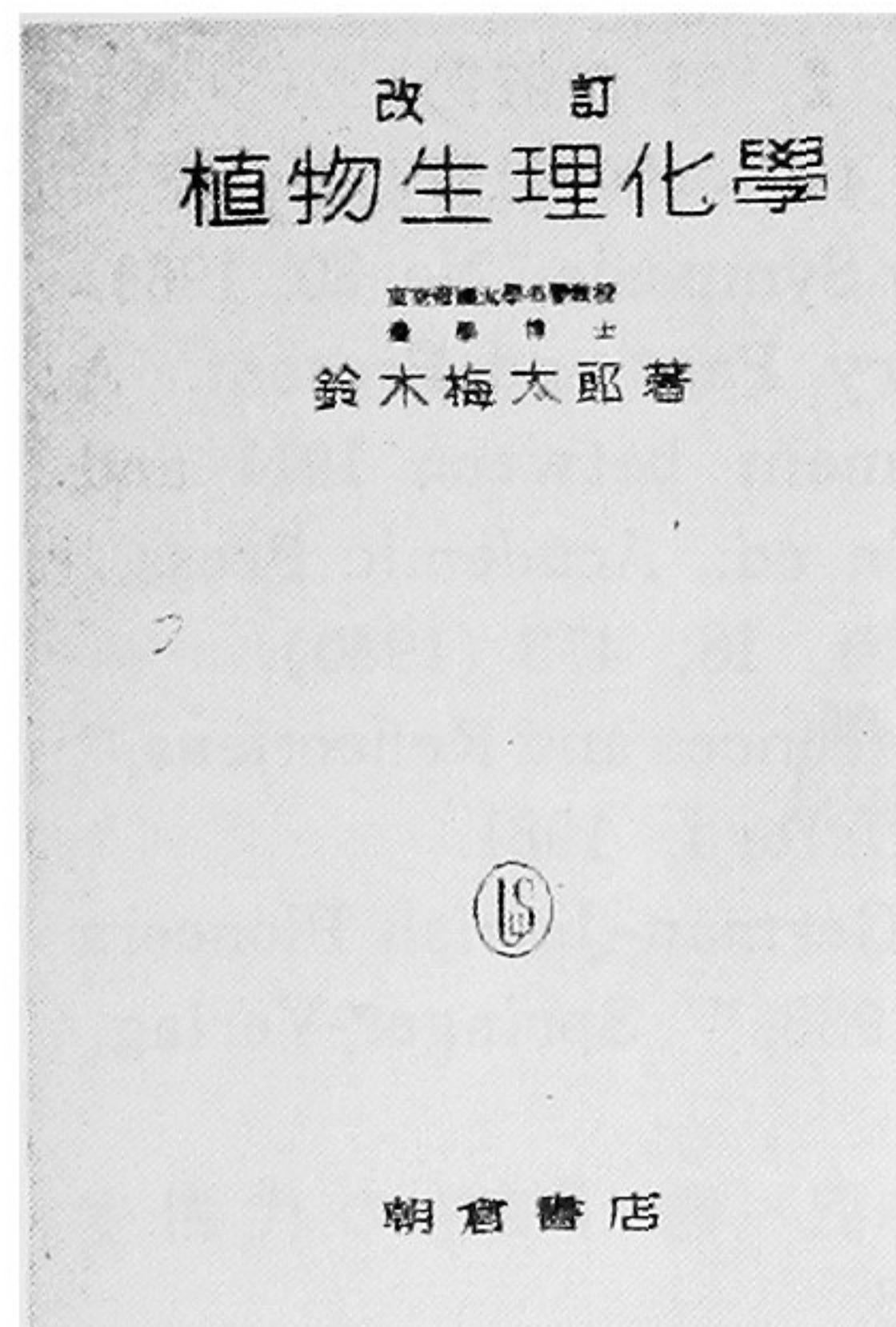
私の学生時代の大学での生化学（植物生化学）教育（講義）といふのはまことに粗末なものであった。以前にも書いたことがあるが⁽⁴⁾、多くの日本の大学においては、基礎教育が十分行われていない事情は今も昔もあり変りがない。このことが我が国における基礎生物学の研究の進歩にとってどれほど大きなブレーキになっていることであろうか。私が 1 学年のとき、理学部の服部静夫教授が週 1 回 3 時間の植物生理学の連続講義に来ておられた。専門の植物色素の話はほとんどされず、たぶん部分的には当時新版が出たばかりの坂村徹著「植物生理学」をテキストに用いられたのではなかっかと思う。ともかくエネルギーを話しぶりには驚いた。中休みになると教室の実験台にとりつけられていた水道の蛇口に直接口をつけて水を飲んで渴きをいやしておられた。農学部の講義はさっぱり面白くないので、2 学年に進んだときに、野村真康君とともに理学部の田宮博教授の植物生理の講義を聴講したいと願い出た。だまって聞きに行けばよかったですを正式に願い出たため、それが農芸化学科の教授会にかかった。住木教授が、けしからん学生がおると苦情を申されたことをあとかきいた。ともかく田宮さんの簡潔で明快な話り口と秩序だった講義には強い印象をうけた。Krebs サイクルが発見されたのは 1940 年であるが、その要点、とくにサイクルのもう生理的な意味なども要領よく話されたように記憶している。

戦後の混乱期にあって世の中はまだ窮屈の状態にあり、研究環境は劣悪を極めていた。そのころ私が指導を仰ぐことになった丸尾助教授のグループは冷却遠心機もない実験室で苦心慘憺として光合成の研究を始めておら

れた。また丸尾さんたちは田宮グループとも連絡をとつておられた。そんなこともあって私は植物生化学の道を選ぶことになったのである。当時矢継ぎ早に報告される Calvin group の研究報告や、Gaffron らとの論争のことを報じた *Nature* の記事などが話題になっているのを、学生の私は内容はよくわからないまま傍らできいていた。自分で意識したことはないけれども、光合成研究や多糖類に関する生化学 (α -アミラーゼ) という私の今日の研究のルーツは 35 年昔のこの時期にさかのぼるわけである。縁といったらよいであろうか。

当時は系統的に勉強するための教科書のたぐいはまったくなかった。朝倉書店から鈴木梅太郎著「植物生理化学」「植物生理の研究」という本が出版された。けれども、いくら活字に飢えていたとはいえ、それらの本の内容はけっして面白味のあるものではなかった。それにしても、農芸化学の大先達である鈴木梅太郎教授がわが国の植物生化学の研究の先駆者であったことは、これも何かに書いたことであるが、歴史的に大きい意味を持っているのではないか。ここに私が因縁めいたものを感じる事柄がある。名古屋大学農学部の創立にあたって、図書室充実のために東京大学附属図書館から膨大な量にのぼる蔵書が移管された。そのなかに「東京帝国大学学術報告」(英文) があった。後日私は探し求めていたフィターゼに関する U. Suzuki の論文が、実はこの蔵書のなかに含まれていることを発見したのである。

私の同僚の何人かは卒業実験にあたって住木研究室でジベレリンの分離、精製や生理作用に関する研究に携ることになったが、いずれもたいへん苦労していた。よく知られているように、この植物生長ホルモンに関する研究が開花したのは戦後米国においてであった。私は 1955 年から 2 年ばかり米国で学ぶ機会を持ったが、当時の ASPP 年会において爆発的に発表されたジベレリンに関する研究報告は熱狂的といってよいくらい大きい反響をよんだ。私が Purdue から Berkeley に移ってまもなく、UCLA の Lang, Phinney がやってきて double header seminar を行ったが、それは大講堂を埋めた聴衆をうならせた。帰国途次私は UCLA に立ち寄ったが、West の研究室に案内してくれた Phinney によって cold room で見せられた小さい試験管壁のトウモロコシジベレリンの結晶のかけらに感銘を受けたことを覚えている。その当時から今日まで日本と米国におけるジベレリンを含む植物ホルモン生物学を比べてみるとまことに興味深い。このことは本誌の天然物有機化学の執筆者によって論じられるであろうが、大まかにいって我が国の研究は物質の構造解析を中心にして重要な貢献をしてきた反面、生



長生理にかかわる生物学の分野においては独創性を發揮しないまま今日に至っているといつてよい。

鈴木梅太郎が学んだのが Berlin の Emil Fischer のものであったことはよく語られるところである。最も傑出した有機化学者であった Fischer の流れがかくして日本に伝えられることになり、農芸化学の生化学が本質的には有機化学を中心として発展する契機になったのだと思う。これは西欧に学ぶことに急であった日本の自然科学の短い歴史においては当然のことであった。ところがこれもよく知られていることであるが^(5,6)、Fischer の系譜をくむ Berlin の学者群像には、Warburg をはじめとして、Krebs, Meyerhof, Theorell, Lipmann, Ochoa がいた。ヨーロッパの科学を受け継いだ米国においてはこの Berlin (Dahlem) のみならず、英國 Cambridge (Hopkins School) の影響もまことに大きいものであった。だからこの国の植物生化学の研究が multi-disciplinary な色彩をもって発展しつづけてきたのはむしろ当然のことであったといつてよい。

第2次大戦後、私の年代の研究者はほとんどといつてよいくらい米国（西欧）に学ぶ機会を持った。多くの者はおそらく私と同じような感想を持ちながら勉学し、研究の体験をし、あるいは影響を受けて日本に帰ってきたのであるまい。そして教育、研究指導者の地位についたはずである。今そのかなりの数の者は老年期に入り、学界は新しい世代に受け継がれようとしている。一方また国際化という言葉のとおり、西欧諸国との学問交流、人的交流、学会の出席など、戦後を顧みると、まさに隔世の感がある。研究環境の著しい整備によって、日本の研究室はときには西欧よりも恵まれた条件のもとにありますといわれている。ならば、高度成長期を経て現在にいたる過程において、（私が取り扱っているのは植物生化学という領域に限られているが）実質的にどれ

ほど日本独自の研究が生まれ育ったであろうか。農芸化学会の年会は毎年 1,000~2,000 をこす講演発表でにぎわうけれども、植物生化（理）学の分野の発表はきわめて少ない。たしかに 20~30 人の聴衆を相手にするのでは若い大学院学生諸君を鼓舞して発表を行わせるのを躊躇することが多い。このような学会の研究分野の分布図といったものは、私が上に述べてきた事情が一つの大きい背景になっていることを認めざるをえないであろう。

本来植物生化学という重要な学問分野は食糧生産を支えるべきはずのものであるが、わが国においては人々の大きい関心をよばないという事情がずっと続いてきたのである。およそ 10 年前エネルギー危機、食糧問題と関連して光合成に関する科学研究の重要性が世界的規模において強調されたけれども、残念ながら農芸化学の分野の研究者をひきつける力にはならなかった。けれどもこの一般的な相は今大きく変わっている。すなわち植物バイオテクノロジーによせる大きい期待がその motive になっている。バイオテクノロジーがカバーする学問、技術の領域はまことに多岐にわたるが、それがもっとも大きい標的としているのはいうまでもなく食糧生産である。ならば光合成研究の重要性が叫ばれたときでなしに、なぜにここ数年急にそれが人々の関心を集めようになつたのか。おそらくその主たる理由は、この課題の学問的方法の基礎をなしているのが、分子生物学であるからであろう。明快な論理性を武器とするこの研究が人々をひきつけることは十分うなづけるところである。たとえば、古典的育種学はもはや不要のものとなるであろう分子遺伝学、分子育種学こそそれにとって代る新しい学問的手段であると勇敢な宣伝をする研究者もあるし、またそのような言葉に幻惑される若い学生も多いであろう。たしかに植物分子生物学の将来はそれを展望することがむずかしいくらい洋々としており、基礎生物学に新しい概念を生むような成果が挙げられつつあることもた

しかだと思う。しかしながら植物バイオテクノロジーの真の発展のためには、高等植物の生理生化学についての古典的な学問的知識の把握とともに、一方では、細胞生物学的研究も平行して進められなければならない。このことは、欧米の植物分子生物学に関するシンポジウムや研究集会における講演発表の動向にはっきりと読みとることができる、こんなことを考えつつ、私は、これまでも主張してきたことではあるが⁽⁷⁾、いたずらに時流におぼれることなく、想像力を豊かにして植物生化学研究を志向することこそが、今後の植物バイオテクノロジーの発展にとってより大切であろうと思う。

-
- (1) J. T. Edsall : *TIBS*, **2**, 51 (1977).
 - (2) *Plant Physiol.*, **54**, 419~479 (1974).
 - (3) Biochemical Society Symposia, No. 30, 1969.
British Biochemistry Past and Present. A Survey of Achievement between 1911 and 1969, T. W. Goodwin ed., Academic Press.
 - (4) 赤沢 堯：化学と生物, **18**, 473 (1980).
 - (5) H. Krebs : "Reminiscences and Reflections," Clarendon Press, Oxford, 1981.
 - (6) D. Nachmansohn : "German-Jewish Pioneers in Science 1900-1933," Springer-Verlag, 1979.
 - (7) H. ビーヴァース, 赤沢 堯:「植物の代謝生理」, 岩波書店, 1986.