生物環境調節の研究および施設に関する調査報告¹⁾

生物環境調節研究会

長期計画ワーキング・グループ*

I. 調査の目的と方法

生物環境調節に関する研究は近年国内・国外とも急速に発展し、それに伴って生物環境調節施設もますます高度化および拡大の一途をたどっている。これらの施設はいまや生物学、農学、医学、薬学など生物学諸領域における研究に不可欠な存在となっている。

日本生物環境調節研究会は創設以来、これら施設の開発と研究の進展に格段の努力を行ない、“生物環境調節研究将来計画”を策定し、その重要性和緊急性を啓発してきた。

このたび、本研究会ではその成果としての生物環境調節の研究と施設の現状を把握して、より具体性のある長期計画を策定し、また新しい施設の開発と生物環境調節研究の進展を図るために、別記様式の調査表（表1～表7）を関連諸機関に送付し、その協力を求めた。すなわち調査表の質問内容は次のとおりである。

まず、表1および2は生物環境調節に関係のある組織化された研究室の現状と、将来計画についての質問であ

表1 1. 既設 学科、講座、部、科、室の現況
機関名（ ）

名 称	学科、講座、部、科、室の内容

2. 学科、講座、部、科、室の新設計画

名 称	学科、講座、部、科、室の内容
新設理由	
そ の 他	

表2 1. 既設 研究施設、研究センターの現況
機関名（ ）

名 称	部門名	教授数	助教数	助手数	技官数	その他の人員	研究内容及び設備内容
所要経費							
そ の 他							

2. 研究施設、研究センターの新設計画

名 称	部門名	教授数	助教数	助手数	技官数	その他の人員	研究内容及び設備内容
新設理由							
所要経費							
そ の 他							

表3 表1, 2以外の施設、設備など新設計画
機関名（ ）

名称及び所属機関名	面 積	室数	制御条件	予定使途	その他
新設理由					
所要経費					

表4 既設施設、設備の現状と改修・拡充計画
機関名（ ）

施設、設備名及び所属機関名	面積	室数	制御条件	使用状況	不備の条項 改修・拡充の条項
現 状					
改 充 計 画					
改修・拡充の理由					
所要経費					

1) Working Group in the Committee for a Long-range Plan, Japanese Society of Environment Control in Biology*: Reports on Research and Facility for Environment Control in Biology.

表 5 維持運営費

機関名 ()

施設設備名	面積	コンプレッサー数及びトン数	年間使用光熱水料			補修費	労賃	使用経費合計	配当予算額	差引不足額	赤字補填状況
			電気	ガス(オイル)	水道						

表 6 オペレーター

機関名 ()

施設名称	オペレーター種類、職名、人員		オペレーターの月額給与			学歴	賃金の出所	オペレーターのない所では、それに代る措置としてどのようにしているか	備考
	常勤	非常勤	常勤	非常勤	給与総額				
	技官 名 技術員 名 技能員 名		高校卒 円 大学卒 円	高校卒 円 大学卒 円			校費 円 科研費 円 その他 円		

表 7

機関名 ()

1. 施設、設備上の問題点

2. 研究上の問題点

3. 本研究会への意見

る。生物系諸分野および農業気象学などは広義に解釈すれば生物環境調節に関連すると考えられるが、本間では直接に生物環境調節を主唱する研究室を対象とした。

表3は表1および2に関係なく、諸研究機関における生物環境調節施設の新設計画についての質問である。表4は既設の生物環境調節施設の現状とさらにその改修・拡充計画の内容についての質問である。

表5はこれらの施設の維持運営、表6はその管理とくにオペレーターの現況について、表7-1、および-2において、これらの施設を使用するうえにおこってくる問題点と研究上の問題点の指摘を、表7-3では日本生物環境調節研究会への意見を問うた。この表7-1および-2に対する回答は項目別に整理して随時該当項目に編入した。

調査表は1967年8月に送付され、10月31日をもって締切られた。調査表記入依頼の対象とした研究機関は大学関係では農学部、水産学部、繊維学部、獣医学部、園芸学部、医学部、薬学部、理学部生物系学科、文理学部生物学科およびこれらの付属実験所、工学部および家政学部では建築、住居、食料、微生物系の学科あるいは講座、および生物系付置研究所、大学以外の研究機関と

しては国・公立の研究所・試験場および民間研究所である。

なお、本調査をまとめるにあたり、ご協力をいただいた諸研究機関に心から感謝の意を表するものである。

II. アンケートの回答状況と評価

アンケートの回答状況については表8に示される。

アンケートの回収率は大学、国立・法人関係研究機関で30%程度、公立および民間研究機関では20%以下と、必ずしも高い数値は得られなかった。回収率が低かった理由は調査対象機関を広範囲に網羅したためで、たとえば、指導所・育種場など生物環境調節施設をもっていない機関をも調査依頼の対象としたためである。むしろ、この回収率の数値は広義の生物系諸分野の中における生物環境調節の関与度とみることもできよう。一方、すでに生物環境調節施設を有し活発な研究活動をすすめ、あるいは研究計画を推進している研究機関からはほとんど回答が寄せられた。したがって回収率そのものは必ずしも高くないけれども、期待された諸機関からの回答率は高く、したがってアンケートの整理事項については信頼に値するものと考えられる。

表 8 調査表回収状況

研究機関	項目	依頼数	回収数
大学関係		213	64(6)
国立・法人関係		92	33(4)
都道府県立関係		291	52(25)
会社関係		36	3(1)
合計		632	152(36)

() 内は該当施設をもたないという回答を寄せた機関数。

III. 調査結果のとりまとめ

(1) 生物環境調節に関連する研究室 (表 1)

本問では生物環境調節に直接関連する研究室について質問したが、広義に何らかの関連をもつとみられる生物系諸分野として、たとえば生化学、農業気象学などを記入し、また生物環境調節施設の名称を記入した例も多かった。したがって前者については編者らの判断にもとづいて取捨選択し、また後者については表 1-1 の場合は表 4 の、表 1-2 の場合は表 3 の補助資料としてとりあつかった。

アンケートの回答を整理した結果を表 9、表 10 に示

表 9 生物環境調節に関連ある研究室 (既設)

所 属 機 関 (学部)	研 究 室
<大学関係研究機関>	
北海道大 (工)	衛生設備工学
帯広畜産大	環境畜産学研究所
東北大農学研究所	環境生理学部門
岩手大 (農)	農業環境制御工学
千葉大 (園芸)	園芸環境工学
東京大 (農)	農業環境調節工学
東京教育大 (農)	農業施設学
奈良女子大 (家政)	生活環境学
島根大 (農)	環境制御学
愛媛大 (農)	農業環境工学
香川大 (農)	海拓工学
大阪府立大 (農)	農業気象環境学
<その他の試験研究機関>	
愛知農業総合試蚕業研究室	環境研究室
北海道立滝川畜試	生理科環境係
北海道立中央農試	冷害対策技術研究班

注) 建築(工)学科に環境調節をとりあつかうとみられる研究室があるが明確でないので割愛した。

表 10 生物環境調節に関連ある研究室 (新設計画)

所 属 機 関 (学部)	研 究 室
東 北 大 (農)	家畜環境生理学
弘 前 大 (農)	生物環境工学
東 京 大 (農)	農業環境施設学
京 都 大 (理)	環境生物学
鳥 取 大 (農)	環境調節生産工学
山 口 大 (文理)	環境生物学
香 川 大 (農)	農業環境学
	園芸施設学
	水産施設学
	農業環境調節工学
愛 媛 大 (農)	農業施設学
長 崎 大 (水産)	生産環境学
大阪府立大 (農)	農業環境工学 (農業施設学)

した。なお、工学部において建築学科あるいは建築工学科で環境調節をとりあつかうとみられる研究室もあったが、内容が不明確なので割愛した。

上記 2 表にみられるように、生物環境調節に関連する研究室はきわめて少なく、それらのほとんどが大学農学部あるいは農業試験場に属しているところに特徴がある。さらに大学農学部の場合についてみると、そのほとんどが農業工学系に属し、環境制御に重点がおかれている。また新設計画では、若干生物部門の研究室もとり入れられ、植物のほかにも動物もその対象となっていることが特徴的である。

(2) 生物環境調節に関連する研究施設、およびセンター (表 2)

本問では大学におけるフォーマルな研究施設やセンターを調査の対象としたが、回答には付置研究所や付属実験所を記入したもの、あるいは生物環境調節施設の名称を記入したものがみられた。前者は表 1 の、後者は表 4 の補助資料としてとりあつかい、同じく表 2-2 に記入された施設の新設計画については表 3 の補助資料とした。

なお、記入された回答の取捨選択は表 1 と同じく編者らの判断にもとづいて行ない、そのまとめを表 11 および表 12 に示した。

現在、生物環境調節に関連するこの種のものとしては

表 11 既設の研究施設・センター

名称(所属)	教授	助教授	助手	技官	その他	研究内容及び備考
生物環境調節センター (九州大)		1	2	1	3	全学共同利用施設 バイオトロニクス 建設途上

表 12 計画中の研究施設・センター

名 称 (所属)	部門数	研究内容・その他
生物環境調節施設 (帯広畜産大)	1	・諸外国から導入した草類の 生産と環境因子との関係 ・耐冷品種の生産
農産環境調節研究施設 (弘前大・農)	4	・動植物生産と要因分析 ・環境調節の実用化
高等植物無菌栽培研究施設 (東北大・農)	2	・無菌植物の栽培 ・無菌植物の生産・生理
環境生物学研究施設 (東北大・農研)	4	・光条件と生物の反応
バイオトロニクスセンター (名古屋大)		(共同利用施設)
ノートバイオトロニクス (無菌生物環境調節 研究施設)(京大・理)	1	・無菌生物の環境に対する反 応
人 工 気 象 室 (宮崎大・農)	1	・暖地における植物・動物及 び微生物の環境反応
人 工 気 象 室 (鹿児島大・医)	4	・熱帯医学用環境生理研究

九州大学の生物環境調節センターが唯一のものである。ここでは第2表にみられた諸研究室と異なり、各種の生物を研究の対象としている。

研究施設の新設計画は表12にみられるように農学系に多く、学内あるいは学部内の共同利用施設としての新設計画も若干見受けられる。

生物環境調節研究の重要性が叫ばれながら、表9および表11にみられるように、研究体制は必ずしも整っていない。わずかに存在する研究室も環境制御そのもの、すなわち、工学的研究に重点がおかれている傾向がみられ、生物部門の研究室がととのえられていずアンバランスの現状にあるので、今後これらの研究室が大学のみならず、国・公立研究機関にも整備される必要があろう。

(3) 生物環境調節施設 (表4)

イ) 既設施設の現状

表4、表3においてその現状、今後の改修・拡充・および新設計画を質問した。調査表では表3において新設計画、表4において現状と改修・拡充計画に関してアンケートの回答が寄せられているが、とりまとめにあたって編者らは現状・改修・拡充計画・新設計画の順に整理した。

生物環境調節の施設という場合、どの程度の施設までを含めるかは研究者によってかなりその概念が異なることがうかがわれる。たとえば、1台のグロース・キャビネット、あるいは加温のみの温室やビニールハウスをも含めたケースもあるので、本項においては編者らはつぎのような基準をもって表13を作成した。

- ①かなり大規模な建物である。
- ②2つ以上の環境要因を制御できる。
- ③単一要因について2つ以上の比較区をうることができる。
- ④上記基準にあう蚕室はインセクトロンとしてとりあつかった。

表13 主な生物環境調節施設の現状 (1)

	大学 関係	その他試験研究機関			計
		国立	公立	民間および 公社	
バイオトロン	2(2)	1(1)	0	1(1)	4(4)
ファイトトロン	3(3)	4(4)	2(2)	4(4)	13(13)
ズートロン	2(2)	1(1)	0	0	3(3)
アクアトロン	2(2)	0	1(1)	0	3(3)
インセクトロン	2(2)	1(1)	3(3)	0	6(6)
ホモトロン	4(4)	0	0	0	4(4)
合 計	15(15)	7(7)	6(6)	5(5)	33(33)

() 内は機関数、ただし1機関でいくつかの施設をもつ機関もあるので施設をもつ総機関数は減少する。

⑤ファイトトロン、ズートロンその他の生物環境調節施設・装置が、一連の機構下に運営されている場合は、これをバイオトロンとした。

上記の各種生物環境調節施設以外にグロース・キャビネットや温室などはほとんどの研究機関にあり、いずれかといえば動物より植物を対象とした研究に用いられているものが多い。

表13で明らかなように、対象生物からみると植物をとりあつかうファイトトロンが多く、また研究機関別にみると大学関係が全体の約半数をしめている。民間研究機関にはかなり多くのズートロン(実験動物関係)が作られていることが知られているが、アンケートでは回答をえられなかった。

温度はほとんどの施設において主要な調節の対象要因となっており、光はファイトトロンにおいて必須の調節対象要因となっている。このほか風速、音、気圧などがあげられるが、現状ではきわめて少ない。湿度はいずれの場合にも調節の対象とされているが、現在のところ一定湿度に保つというものがほとんどである。今後については調節要因を多くしたい希望と、一要因についていくつかの段階の条件設定ができること、および精度の向上を望む声がきかれた。

建築中の施設を除けば、すべての既設施設は十分に使用されており、スペースの増加が切望されている。使用期間については多くの施設では通年利用されており、定期的なオーバーホールのために休止したり、経費不足のため使用期間を限定しているケースもみられた。またオペレーターがいないため、修理が必要以上に長引き、利用者に不便を与えているケースもあった。

a. 施設についての問題 (表7-1): 施設については研究上の問題点と切離しては考えられない事項が多いが、施設の利用者増加に伴い、利用床面積の増加要望とともに、機械室、予備室、宿直室、便所、糞尿処理施設、観測室、暗室、貯蔵室の増加や新設が望まれている。これらはいずれも当初の施設設置の折に経費の関係上縮小あるいは割愛を余儀なくされていたものである。また停電時の対策がたてられていないところが多く、停電による研究への影響の深刻さを念頭においた設計が不可欠であることを周知させる必要があろう。

装置・機器に関しては設立年度、予算、立地条件などによって、いろいろ異なった意見が指摘されている。たとえば、冷凍能力不足、部屋別コントロールができない、機械の経費が大きい、コンプレッサーやクーラーの故障が多い、ガスもれがある、水圧があがらない、除じん不備、業者のアフターサービスが悪いなど。また技術的な問題としては、人工照明室の新鮮空気のと入れ不備、環境調節室の温度幅が大きく、室内の温度分布が不均

など。これらのほとんどは当初設置の際、経費を無視した無理な設計、あるいは改修、拡充に際して十分な機械装置に対する知識の不足による場合が多く、必ずしも予算措置だけで解決される問題ではないであろう。人工照明室の照度不足、光質の不備、湿度制御など、制御方法について今後ともバイオトロニクスの研究・開発にまたなければならないものも多い。

これらの施設については、今後その開発と利用の面でつぎのようなことがらが指摘・要望されている。

- ①目的に応じた施設を重点的に整備する必要がある。
- ②施設・設備の試作研究の必要性がある。
- ③目的に応じて弾力的に変・改造できる施設が必要である。
- ④小型のものや圃場で使用できる簡易な制御施設の開発が必要である。
- ⑤研究用と育成用施設を分離する必要がある。
- ⑥共同利用施設としてのあり方を検討する必要がある。

そのほか、それぞれの地域特性からくる施設の障害も若干指摘されている。

b. 研究上の問題点 (表 7-2) : 第 1 に施設内での植物生育が、設定条件が正確に現出できないため正常なレスポンスを示さないことがあげられている。

室内における気流分布や温度の不均一性、風速、光不足、機械の故障が多いことなどがそれぞれのケースにしたがって理由として考えられている。この施設内における植物の生育については、施設内の設定環境条件下におけるレスポンスとしての生育として把え検討を加える必要があらう。

つぎに、施設・設備の利用者が多く、一方、床面積が小さく、また要望に応じられるだけの各種・各段階の制御条件をえられないことがあげられる。このことはさらに、最大公約数としての要因設定による施設の利用を余儀なくし、そのため研究内容が一般化し、特色ある研究を不可能としている。さらにオペレーターがいないため施設の管理面に問題が多く、またいくつかの施設では、病害虫の発生などによる管理上の諸問題が生じている。

一方、生物環境調節については、本来、一要因のみの制御がむずかしく、同時に他要因の変化をも伴うものであることを十分承知しておくことが必要である。さもないと複要因の制御下における反応を、単要因制御下における反応の組立てとして考える誤りをおかすことになる。これは今後におけるバイオトロニクス (環境調節生物学) の研究の進展によらねばならないが、早急に方法論の確立が望まれるところである。

ロ) 改修・拡充計画 (表 4-2)

前述したように、既設の古い施設に関しては研究上、

あるいは機械の性能上種々の問題が提起されており、また老朽化などと相俟って、多くの機関において改修あるいは拡充計画がたてられている。

明らかにされた改修および拡充の理由としてもっとも多いのは、機械の不備によるものである。具体的には老朽化による劣化、機械の負荷過重、新しい技術の導入、性能向上、今まで制御できなかった条件の制御などがある。つぎに多いのは利用面積不足に伴うものであり、その他、移転あるいは総合に伴うものもあげられている。

既記の環境調節施設の活用によって生まれた多くの研究成果は、今日、生物系諸分野の研究において環境調節の欠かせざることを研究者に認識させるに至っている。

このことは、新しい学問としての環境調節生物学 (バイオトロニクス) 研究の組織を必要とする声となってあらわれ、当面する課題として、前項にみられるような環境調節施設の改修・拡充、さらには新しい施設の設定が切望されるに至っている。

本項ではこれら施設の新設計画についてとりまとめた。とりまとめ要領は前記「現状の項」にしたがった。

表 14 主な生物環境調節施設の新設計画 (2)

	大学関係	その他試験研究機関			計
		国立	公立	民間及 公社	
バイオトロニクス	12(11)*	1(1)	0	0	13(12)
ファイトトロニクス	5(4)	4(3)	3(2)	0	12(9)
ズートロニクス	4(4)	0	1(1)	1(1)	6(6)
アクアトロニクス	5(5)	1(1)	0	0	6(6)
インセクトロニクス	1(1)	1(1)	0	0	2(2)
ホモトロニクス	1(1)	0	0	0	1(1)
計	28(26)	7(6)	4(3)	1(1)	40(36)

* このうち 4 は特定の学部には所属しない共用施設である。
() 内は機関数。

表 14 にみられるように、全学的な共同利用施設とすること、動物・植物など多くの生物を実験対象としてとりあげること、あるいは多くの実験区の設定などを目的とした総合型、ないは大規模な施設の計画が多くなっている。それに伴って、室数や建設経費も既設のものと比較して著しく増大している。実験に供される生物の種類では、植物が多くなっていることは興味深く、またプログラム・コントロールを導入したり、特殊実験を目的とする施設の計画が増加していることは注目値する。

これらの施設の新設理由としては、既設施設の老朽化あるいは利用面積の不足など、多くは前項の改修・拡充の理由として挙げられたことと同じであるが、研究上環境要因の制御が不可欠にもかかわらず、これまでこのよ

うな施設を持たなかったため新設したいという希望もふえてきている。

以上、現状、拡充・改修計画および新設計画においてみられるように、環境調節の必要が認識され、より多くの環境要因をより精密に制御し、より多くの施設の設置が切望されていることを知ることができた。

(4) 維持運営と管理 (表5, 表6)

環境調節施設は建設のコストが高く、また改修・拡充にあたっては同様であるにもかかわらず、建設経費の見積りと設計との調和が充分でないため、後々に大きな問題を残していることを前項までにみてきた。

本項では前述した主な既設施設において、①施設の維持運営費はどのように配慮されているか、②維持管理にあたる専門の責任者はどの程度配置され、どのように待遇されているかを調べた。

イ) 維持運営費 (表5)

環境調節施設の維持運営費はきわめて高いといわれているが、その状況を表15にとりまとめた。これには当該施設に含まれない小さな施設の経費も含まれている。経費の中では電気代がもっとも大きい。これらの維持運営費に対する経費はきわめて少ない。この傾向はとくに大学関係において著しい。

表15 維持運営費とその経費の確保

	維持運営費総計 (電気代, ガス代, 水道代, 補修費, 労賃を含む)	予算措置
大学関係	17,260千円	4,700千円
	4,680	4,000
	3,650	3,000
	3,530	()
	2,300	700
	1,750	700
	1,530	1,480
	1,350	700
	380	300
	?	400
その他	9,780	8,170
	9,100	9,100
	1,920	220
	1,900	1,900
	1,080	780
	830	730
	340	340

これらの不足経費は研究室(講座)経費あるいは共通経費によってまかなわれており、それが不可能な場合には運転休止のやむなきに至っている。

ロ) オペレーター (表6)

主な生物環境調節をもつ30研究機関のうち専任のオペレーターをもつ研究機関は大学関係15のうち8、その他機関15のうち3である。その数は通常1名であるが、多いところでは10名をかぞえるところもある(私立大学)。オペレーターのない研究機関ではほとんどの場合、利用者たる研究者が施設を管理し、業者と保守契約を結んでいるケースもある。しかしながら研究時間をさかれたり、故障などの場合、すぐに修理できないなど研究上大きな障害となっている。また一方、すでにオペレーターをもつ研究機関でもその後の拡充や多くの新しい機器の導入に伴って手不足となり、オペレーターの増員を要望している。

常勤オペレーターの学歴は高校卒がもっとも多く、中学卒、短大卒はわずか1例しかない。また支給される給与は一般に低い。給与の出所は共通経費、研究室経費、公費などであるが、一般に国立あるいは大学研究機関より公立研究機関における給与が高い。これらの傾向は非常勤オペレーターについてもほぼ同様の傾向が見られる。なお非常勤オペレーターのいる機関数は大学関係1、その他2である。

環境調節施設の運営にあたっては、きわめて多額の経費と有能なオペレーターが要求される。しかしながら、それらの経費の裏付けはほとんどなされていない。これは研究費の概念の上から今後十分検討されねばならないだろう。

(5) 研究会に対する諸意見

日本生物環境調節研究会は会員500名を越えるが(1968年10月現在)、その歴史は浅い。したがって学会の存在とその活動内容が広く研究者間に浸透していないことが、たとえば「研究会の存在をアンケートによってはじめて知った」、あるいは「会誌を発行しているか」などという意見からうかがわれる。

会誌に関しては、発行、会費、内容などについて、他の学会誌なみのとりあつかいを要望する意見が多い。他の分野あるいは諸外国との情報交換や情宣活動を望む声も強い。

また施設の設置、改修、拡充、あるいは維持運営と管理体制の充実のためのバックアップが望まれている。

研究会の活動として生物環境調節研究所の設置への努力を望む声強い。最も本質的問題としては、研究会を学会にせよという意見もあるが、このためには研究会を構成する研究者の心構えと同時に、その数と質とが問題となるであろう。

(文責: 松井健・松尾英輔)