域で大繁殖したものを見ていない。アンペラソウはイに似た抽水植物で、現住民たちが乾季の減水期に漁労のために放火した場所などに出現するために、二次遷移の先駆種であろうと考えている。

U. flexuosa はクロモに比べ数倍高い光合成能をもち、クリプトコリネ *Cryptocoryne griffithii* Schott はクロモのそれの約½相当の低い光合成能をもっている。前者は水表面近くの強光条件下で生育し、後者は森林の中の暗い流れや強い光がとどかない水底で生育し、葉の寿命は他の水草に比べて長い。

ジャワ島中央部のラワ　ペニンは1916年に完成した人工の多目的ダム湖で富栄養型である。水面は雨季と乾季で約2.5 *m*上下し、湖の面積は2500～650 *ha*と変動する。湖のある部分では、最大約3.5 *m*の水深部までクロモの純群落が大きく拡がる。この生産構造はこれまで琵琶湖でよく見かけてきたコカナダモやオオカナダモのそれらに酷似し、水面近くの約10㎝水深までは極めて密に葉茎が生育し（1500 *g*乾重／㎡）、群落の現存量は1410 *g*乾重／㎡であった。

ホテイアオイは浮島をつくり、その厚さは60㎝内外のものが多い。小さな浮島はその日の風向きによって移動する。風による移動によって一度つくられた浮島が小さな浮島に分離したり、いくつかが併合したりする。この湖で見られる浮島は、それをつくる構成種から次の三つのグループわけができた。(1)ホテイアオイ純群落、(2)ハイキビ *Panicum repens* L. が優占し、チゴザサ *Isachne globosa*（Thumb.）Ktze. やホタルイ属の植物が混在する群落、(3)ホテイアオイと数種のイネ科植物からなる群落によってできた浮島である。

熱帯や亜熱帯の浮島は種々の問題を惹起する。水上交通や漁労の防害はいうまでもない。浮島は大気と水体との間のガス交換を遮断して、湖の生態系を変えてしまう。一般に水質は悪化して、特に上水用貯水湖の場合はその価値を著しく下げてしまう。浮島から蒸散で消失する水の量は自由水面からの蒸発量の数倍も大きい。浮島の水面下に垂れさがる植物体の根茎部分は、マラリア媒介の蚊の幼虫や、その他伝染病や熱帯風土病を媒介する昆虫や小動物にとっての格好の生活空間であることから浮島は邪魔物の扱いをされてきた。水力発電所が設置されている時には、水草が水にのって流下するのが極度に警戒され、機械的に除去される。

インドネシアでは大量発生しているホテイアオイやクロモなどを陸上に引きあげ、コンポストに加工されていた。アメリカNASAの水生植物専門部門はホテイアオイの大量培養によって下水処理、バイオガスその他バイオマスなど多目的利用法の開発にのりだし、すでに小規模なプラントまでもつくりあげた。ここで得られた結果は各地各様に役立つものであろう。とはいえ、ラワ　ペニンの浮島のマイナス面はここ当分続きそうに思っている。（1982.8.15.）

岡山県におけるホテイアオイの評価

沖　陽　子
（岡大農生研）

岡山県は我が国でも指折りのホテイアオイ異常繁茂地であった。主な繁殖水系は児島湖流域の河川、用排水路、遊水池で、1万*ha*近い海面干拓地に位置するものである。古くから、その姿は見受けられたが1960年以降に繁殖地域が広まり、1972年及び1973年には8.2㎢もある児島湖を埋めつくすほどの勢いで異常繁茂し、漁船の航行を妨げるなど種々の問題を引き起こした。その後も、年次的変動はあるが、毎年夏期になると大繁茂するため、水系にオイルフェンスを張って、下流への移動を防ぐと共に、クレーンカーで機械的除去を行っていた。従って、第1表に示すとおり、ホテイアオイ処理に多大の労力と費用を要してきた。1979年度は実に1億円近くの経費

第1表　岡山県ホテイアオイ処理経費年度別調査

年　度	処理経費
1972	13,080　千円
1973	27,049
1974	7,888
1975	17,008
1976	4,694
1977	6,457
1978	30,006
平　均	15,169

（岡山県農試調べ）

第1図　ホテイアオイの生育分布（1980）.
「ホテイアオイの効率的防除法に関する研究」より

を投じている。このような状態を打破するため、水系の環境条件とのかかわりのもとで効率的防除法を究明する研究が県を中心に進められてきた。その結果、岡山県においては、一般的な水系では越冬は難しく、実生株もほとんど認められないことがわかった。

ところが、第1図に示したように繁殖水系の最上流にあたる用排水路に病院からの温排水が流入し、冬期水温が18℃を下らない水域があり、そこで多くの個体が越冬していることが把握された。これが下流部の繁殖源となっている可能性が高く、越冬個体は増殖しながら、6月頃、用水路が増水する時期に下流部に押し流され、分布が拡大すると推定された。最下流部の児島湖に流れつき定着繁茂するのは、主に9月以降で、台風も本草の漂流に一役買っている。

このように岡山県下の本草の生育分布の状況が明らかにされたので、次に対処すべき防除作戦を繰りだしたのである。すなわち、上流部の越冬場所で早春に越冬株を除去し、その後も監視員やパトロール船を出して、徹底的に除去作業を行ったのである。その結果、人海戦術に冷夏という異常気象が重なり1980年以降、どの水系からもホテイアオイの姿が消え、岡山の風物誌であった本草の緑のカーペットが存在しなくなった。しかし、このような状態がいつまで続くか、また、この空間に他のどのような水生植物（水生雑草）が台頭するか、今後、その動向を見守らなければならない。

さて、ホテイアオイに対する駆除は完全に効を奏したが、逆に無くなれば愛しむ気持ちが湧くのも人間の情である。すなわち、本草が適確な管理下で異常繁茂を防ぐことができる事実をふまえて、今度は雑草の特性を異なる観点から見直そうということである。異常繁茂を引き起こすほどの生産性の高さ、富養化の進んだ水系を生息地とすることによる窒素及びリンの吸収能の高さなどに注目して、この水生雑草を利用しようという発想転換が行われつつある。既によく知られているように、ホテイアオイは汚水浄化用、飼料用、堆肥用、エネルギー源用及びタンパク食糧源用などに検討されている。この中で、岡山県では特に水質浄化用にホテイアオイを利用するシステムが開発され始めている。ここで、具体例を少し紹介しよう。

まず、農地と住宅地が混在する地区を通過する灌漑用

第2図　施設の概要

第3図　収穫管理下の生産量の推移

第2表　植物体内の窒素及びりん含有率の経時的変化

調査月日	A（流入口）		A（流出口）		B		C		D	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
				茎	葉	部	(%)			
Aug. 7	4.36	0.617	3.92	0.599	3.07	0.627	2.72	0.624	2.44	0.573
Sept. 7	1.47	0.586	1.17	0.521	1.03	0.476	1.10	0.504	1.00	0.531
Oct. 9	2.14	0.497	1.58	0.507	0.90	0.455	0.78	0.505	0.81	0.531
Nov. 2	4.66	0.885	4.48	0.841	4.09	0.777	3.03	0.720	1.06	0.577
				根	部		(%)			
Aug. 7	2.59	0.698	1.99	0.593	1.64	0.493	1.66	0.459	1.45	0.404
Sept. 7	1.15	0.384	0.83	0.279	0.81	0.264	0.83	0.140	0.81	0.137
Oct. 9	1.88	0.452	1.55	0.388	0.91	0.301	0.67	0.324	0.67	0.307
Nov. 2	2.42	0.760	2.21	0.656	2.10	0.526	1.56	0.482	0.91	0.399

水路に面して設置された水質浄化施設にホテイアオイ栽培池を設け、本草の水質浄化能の評価を行っている例を報告する。施設の概要は第2図に示した通りだが、本草の栽培試験に供した栽培池は6.67㎡の水槽を4槽連結させたもの（流入口：A槽、流出口：D槽）2系列で構成されている。灌漑用水路からは1日当たり10㎥の原水が流入するように設計されており7月上旬にホテイアオイを投入し、その後の経過を調査した。その結果、当然のことながら、窒素及びリン濃度の高いA槽と、流出口のD槽とでは生産量に大きな差が生じた。第3図に収穫管理下の生産量の推移を示したが1㎡当たりの新鮮重がA槽では常に15㎏以下、D槽では10㎏以下であった。この値は非常に低い数字で、本草の生育不良が明らかになったのである。この現況は水中の無機態窒素の不足に起因すると考えられた。実験期間中の総窒素濃度は0.456～5.374㎎／ℓと本草の生育に十分であったにも拘らず栽培池に流入される水中の無機態窒素の濃度が非常に低い値であり、それが制限因子になった。非常に基本的なことであるが植物は無機態窒素しか利用できないという大きな落とし穴が確認されたのである。一方、

植物体内の窒素及びリン含有率の経時的変化を第2表に示したが、水中の濃度と対応して体内も変化していることが明らかになったのである。以上の結果は1981年度のもので、結局、当年はホテイアオイの活躍が期待できないまゝに終わった。従って、本年度は栽培池に流入される水中の無機態窒素が逃げないよう工夫したところ、非常に旺盛な生育を示し、A槽とD槽との生育差も昨年ほど顕著に現れず、効率良い浄化が行われており、本年度のデータの整理が期待されている。

前述した施設は主に農政局が中心になり実施されているプラントであるが、岡山県下では、さらに県水質保全課による同様の試みが本年度から実施されている。約1.8 *ha*の富栄養化した溜池を対象にその中の約0.4 *ha*の面積にホテイアオイを投入し繁殖させ、水質の改善を図る計画である。また、繁殖させた植物体は収穫後、堆肥、飼料及びメタン発酵に回すことも検討されており、その基礎実験も予定されている。

以上のように岡山県ではホテイアオイの利用化が急進的に画策されている。しかし、往年の異常繁茂の経験をもつ地元の人々は必ずしも賛同しているわけではない。この2～3年の実証調査が今後のホテイアオイの利用化の可能性あるいは将来性を決定してくれるものと考える。10年近く、ホテイアオイを研究してきた筆者にとっては本草の真価が問われる最も重要な時期が到来したと感慨深く見守っている。

環境変動に対する雑草の反応
―水生雑草を中心として―

植　木　邦　和
（京都大学農学部雑草学研究室）

1. はじめに

わが国における雑草学研究の発祥の地ともいうべき倉敷市において、水草研究会会員となってまだ新しい私が、話題提供者としてご指名いただいたことは、光栄に思うと共に、たいへん恐縮している。

さて、雑草学の先覚者半沢洵先生の貴重な著書『雑草学』（1910）にはじまるこの分野の研究・教育ならびに普及などいまだ十分とはいえない。したがって、これからの雑草学分野においては、豊富にして質の良い食糧などの生産に関する農業生産学を基礎にして、農業のもつ重要な役割である環境の保全と培養に関する農業環境学のさきがけとしての学問体系を確立することが肝要である。

ところで、雑草は、田畑など耕作地をふくめて人間によってつくられた立地や、不規則に変化しやすい不安定な立地において、その生活を維持し、各々が生育する“場”に適応してきたと思われる。そこで、雑草は、いく度も大きく変動する環境条件に対応しうるため、合目的な種固有のみごとな多様性をもっていると言えよう。

ここでは、めまぐるしく変動する環境に対応して雑草、とくに水生雑草（湿生雑草も含む）が、どのように適応し、また変化していくか、その実態を認識し、新時代における雑草の見直しをしようとするものである。

2. 自然環境の変動と雑草の適応

C_3、C_4 植物的分類：近年、植物の基本的作用である同化生産によりC_3植物、C_4植物およびCAM植物の三型に分類され、作物にはC_3植物が比較的多く、強害雑草の多くはC_4植物が占めていると言われている。筆者らの調査から、水田には満水状態で発生しやすいC_3型雑草の割合が高く、比較的照度が高く、乾燥している畑地では、高い光合成能力をもち、生長速度がはやく、かつ要水量が低い特性をもつC_4型雑草が優占している。また、棚栽培で被覆されているため照度が低く、土壌水分が多い上、常に草刈りが行われるブドウ園には、このような環境条件に適応するほふく性の多年生C_3型雑草が多発している。そこで、C_3、C_4植物の問題は、雑草群落における草種の適応性、雑草と作物との競合面などから注目すべき事項である。

休眠性の存在：雑草には、種族保存上有利と考えられる休眠現象を示す種類が比較的多い。このことは、雑草にとっては生存自衛の手段として好都合であるが、雑草の発生を不斉一にしたり、除草剤による除草効果を低下させる原因にもなる。水田に発生するタイヌビエでは冬季に、その裏作田に発生するヤエムグラは夏季に休眠性が存在することは対照的で興味深い。いずれにしても、作物にくらべて特異的な雑草の休眠性は、きびしい環境