

■ 展望・解説 ■

資源としてのホテイアオイとその有効利用

Water Hyacinth as Resources and Its Good Using

石 井 猛*

Takeshi Ishii



1. はじめに

＊ 周知のごとく、ここ数年の間に地球的な視点での環境問題に対する世界的な関心の高まりは、目覚ましいものがあり、大きな波紋が投げかけられている。現在、大気汚染問題（光化学スモッグ、酸性雨、窒素酸化物、フロン、CO₂、地球温暖化など）、水質汚濁問題（ヘドロ、赤潮など）、土壌汚染問題（ダイオキシンなど）、悪臭問題、騒音、振動問題、海洋汚染問題、廃棄物問題など数え挙げればきりが無い状態である。

＊ 又21世紀は、世界人口の爆発的な増加に伴い、資源、食糧及びエネルギーの枯渇が叫ばれている今日、地球は最大の危機に直面していると言っても過言ではなからう；すなわち「ローマクラブ」で、マサチューセッツ工科大学のD.メドウスらによって「成長の限界」(The Limits of Growth) と題して報告されて有名になったが、世界的な反響を巻き起こしている。このレポートは、図-1に示すように、システム・ダイナミックの手法を導入して世界的なモデルによるコンピュータのシミュレーションを行ったものである。

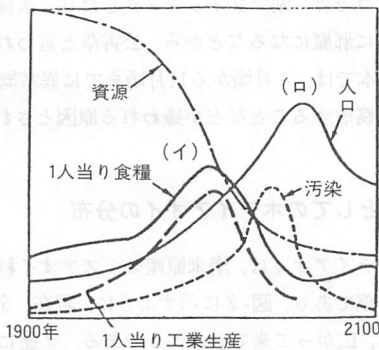


図-1 世界モデルの標準計算
(メドウスら『成長の限界』)

すなわち1900年の資源を100とし、200年後の2100年迄の①資源、②一人当りの食糧、③人口、④汚染問題について、世界モデルの標準計算をしたものである。この図-1からも明らかなように、我々地球上に住む人類の前途に横たわる危機の性格を大胆に予測したものであり、現在のような人口の爆発的な増加と経済成長が続いた場合、それは地球上の有限な資源、食糧、人口および汚染問題の限界を越えて破滅的な結果をもたらすと警告したものである。

＊ 引続き1972年には、国連人間環境会議がストックホルムで開催された。それ以後、地球環境問題に関する世界の主な動きを表にまとめて見ると、表1に示すようになる¹⁾。表1からも明らかなように、今年6月、ブラジルのリオデジャネイロで「国連環境開発会議」が開催される。この会議は、“救えるか地球の危機”と題して、全世界の首脳、科学者、市民団体が一堂に集まり、かけがえのない地球を環境破壊から守るための政策や方法、技術について討議する「国連環境開

表1 地球環境問題に関する世界の主な動き

1972年	国連人間環境会議（ストックホルム）
85年	オゾン層保護のためのウィーン条約採択
85年	第1回世界気候会議が「2030年には地球の温度が1.5-4.5度上昇」と警告
87年	国連環境特別委員会、東京宣言で「環境保全に配慮、持続的開発の道探れ」と提言
87年	国連総会で温暖化に関する勧告の提出を決議
88年	地球温暖化に関する政府間パネル（IPCC）設置
89年	「大気汚染と気候変動に関する閣僚会議」で「CO ₂ の2000年安定化」を宣言
90年	IPCC「21世紀末までに気温が3度上昇、海面も30cm-1m上昇」との報告書をまとめる
91年	ロンドンサミットの経済宣言で「地球サミット」の成功のための努力を約束
92年4月	地球環境保全国際賢人会議（東京）
92年6月	国連環境開発会議（リオデジャネイロ）

* 岡山理科大学工学部応用化学科教授・工学博士
(環境資源研究センター所長・水質管理センター室長)

〒700 岡山市理大町1-1

発会議」(地球サミット)が1992年6月1日から12日までブラジルのリオデジャネイロで開かれる。地球環境をめぐる国連主催の世界的会議は1972年ストックホルムの「人間環境会議」以来であるが、このことは我々環境化学、資源開発化学を研究する者にとっては、大変嬉しいことである。当時は、水俣病や大気・水質汚染など地域の公害が中心議題となったものと比べ、もっとグローバルな資源問題、食糧問題、温室効果ガスによる気温上昇への懸念など、20年間に地球規模で危機意識が高まって来ている。豊かなこの惑星を子孫に残せるのか?地球サミットの使命は非常に大きい。

上述の如く、現在ならびに21世紀以降に襲ってくる資源、エネルギー不足と食糧危機すなわち、食糧不足は地球的レベルの緊急問題であることは周知の事実であろう。そこで、資源、エネルギーおよび食糧を生産し、蓄積し、生長性の旺盛な植物を用い、無尽蔵の太陽エネルギーを有効利用をしようと言う考えが、最近世界中に広まって来ている。植物の蓄積するエネルギーは再生産が可能であり、しかも地球上の全植物の年間の増量(熱)は、現在推定されているところの石油埋蔵量(これはOil Gas J.誌によれば、約6,000億bblとされているが、最近の石油の急激な需要増加のために、石油の寿命はあと30年ぐらいとされている)の熱量を上廻るとさえ言われている。

本題で取り上げた“ホテイアオイ”という植物は、最近、話題になっている“バイオマス”とか“ファイトマス”と呼ばれている極めて注目すべき重要な植物すなわち、21世紀を救う資源および食糧としても十分に適應できる植物であると考えられるので、ここで展望して解説してみることにしよう。

2. ホテイアオイとは、どんな植物

エネルギー・資源学会の愛読者の皆様方、“ホテイ



写真1 「ホテイアオイの花」

アオイ”という水生植物を御存知でしょうか?この“ホテイアオイ”という植物は、次の写真1に示すような可憐で、貴品な秘めたる紫色の美しい花を咲かせる植物である。

このホテイアオイという植物は、沖縄においてサトウキビの7倍、稲の20倍以上の収量があると言われていた。又バイオマスとしては、崎川範行らによると²⁾、主なバイオマス資源のエネルギー生産量(ヘクタール当たり)を表わすと、米は5~6t、小麦は3~10t、トウモロコシは3~7tとすると、ホテイアオイは156~392tとされているが、岡山においては3300tというケースも見られる。又何の空間的な制限もない自然水域では、ホテイアオイは指数関数的に成長し、4月から10月までの7ヶ月間に現存する量は、200万倍になることも、青山によって報告されている³⁾。

このホテイアオイは、南米原産でドイツのアイヒホルンが1823年に南米で発見したことから、属名をEichhornia Kunth, 学名をEichhornia Crassipes(Mart.)Solmsという。英語名は、Water Hyacinthである。ニックネームとか愛称として「池の女王」、「水の花」、「水のユリ」などの美しい名がつけられている。その反面、米国では「青い悪魔」と呼んだり、世界の三大公害草(ホテイアオイ、ブタクサ、セイタカアワダチソウ)とも、世界の十大公害草とも言われ、大変嫌われている植物である。世界および日本ではこの植物が嫌がられている理由に、1)水中の酸素が少なくなる、2)水の蒸発量が大きくなるために魚がよく死ぬ、3)船のスクリューにホテイアオイの根がまきついて、エンジンがすぐ駄目になるなどが挙げられる。又アメリカでは、湖でフィッシングしたり、水泳したりするのに邪魔になるなどから、公害草と言われているが、日本では、4月頃から11月頃までに異常繁殖し、冬季には腐敗することなどが嫌われる原因とされている。

3. 資源としてのホテイアオイの分布

このホテイアオイは、南米原産のミズアオイ科の浮漂性多年草であり、図-2に示すように、現在、全世界に分布し、広がって来ているようである。ソ連における文献は見当たらない。しかし、ソ連でも夏は水泳をしているように、又温度の高い温泉も非常に多いので、ホテイアオイも存在しているのではないかと期待している。又世界各国におけるホテイアオイの名称を次の表2に示す⁴⁾。表2からも明らかなように、インドに



- ① アメリカ合衆国
- ② コンゴ
- ③ スーダン
- ④ タンザニア
- ⑤ ジンバブエ
- ⑥ オーストラリア
- ⑦ インドネシア
- ⑧ インド
- ⑨ マレーシア
- ⑩ スリランカ
- ⑪ ブラジル
- ⑫ 日本
- ⑬ モーリシャス
- ⑭ 中国
- ⑮ 台湾
- ⑯ アルゼンチン
- ⑰ バングラディシュ
- ⑱ ビルマ
- ⑲ コロンビア
- ⑳ フィジー
- ㉑ フランス
- ㉒ ドイツ
- ㉓ ベトナム
- ㉔ アエルトリコ
- ㉕ タイ
- ㉖ ベネズエラ
- ㉗ 韓国
- ㉘ カンボジア
- ㉙ パラオ

図-2 世界のホテイアオイの分布

表2 各国におけるホテイアオイの名称

国名	名称	
⑧インド	ビンディ	ジャークンブヒ: Jalkumbhi ファークンブヒ: Falkumbhi ショクハスムンダール: Shokhsamundar
	タミル	アカサ・タマリ: Akasa thamarai ネイサマリ: Neithamarai
		ピサチ・サナ: Pisachi Thanana
	テルグ	コラバズハ: Kolavazha
	マラセラム	カジョール・パティ: Kajor Pati
	オリヤ	カチュリパーナ: Kachuripana
	ベンガリ	クラバリ: Kulavali
	カンナダ	ベンコク: Bengkok
	⑦インドネシア	エセン・ゴンドック: Eceng Gondok
		エセン・パティ: Eceng Padi
ゲンデット: Gendet		
⑯アルゼンチン	アクアペイ: Aquapay	
	カマロート: Camalote	
⑰バングラディシュ	カチュリパナ: Kachuripana	
⑪ブラジル	アクペス: Aqupes	
⑱ビルマ	ベダビン: Beda-bin	
㉘カンボジア	イエ・パダウク: Ye-Padauk	
	カンブラウク: Kamplauk	
㉙フィジー	ベカベカイラガ: Bekabekairaga	
	ババダベニガ: Babedabeniga	
㉑フランス	ジャークンブヒ: Jalkhunbe	
	ジャサンセ・ドゥ・ロウ: Jacinthe de l'eau	
㉒ドイツ	ワッセルアジゼ: Wasserhyazinthe	
⑫日本	ホテイアオイ(布袋蓮): Hotei aoi	
	タイクンナギ ホテイソウ	
⑬モーリシャス	バイシャン: Weinchan	
	ケムリングテル: Kemelingtelur	
⑨マレーシア	ケラディ・バウンティング: Keladi Bunting	
	バンガ・ジャンバン: Banga Jamban	
㉔アエルトリコ	フロドゥ・アグア: Flor de aqua	
	パクトプチャーバ: Paktopchava	
㉕シャム	パク・トブ・ジャーバ: Pak tob iava	
㉖タイランド	トブ・シャワ: Top-chawa	
	サワー: Sawah	
㉖ベネズエラ	ラグナ: Laguna	
㉓ベトナム	ラク・ビヌー: Lac-bin	
①アメリカ	ウォーター・ヒアシンス: Water hyacinth	
	フォインエンリエン: 鳳眼蓮	
⑭中国	シューイフウリエン: 水浮蓮	
	チョウセンモ	
㉗韓国	布袋蓮: Pu-tai lien	
㉕台湾	ウォーター・ヒアシンス: (既出)	
㉙パラオ		

丸数字は図-2に同じ

は10種類もの異なった名称がある。なおインドではこのホテイアオイが異常繁殖するので、ホテイアオイを捨てた人には罰金制度がとられている。

なお、日本へは明治17年(1884年)、アメリカへ旅行した日本人が観賞用に持参したものが、逸出帰化したものである。日本におけるホテイアオイの分布は、環境庁自然保護局企画調整課自然環境調査室によれば、図-3のように報告されている。

しかし日本におけるホテイアオイの異常繁殖による被害は、あちらこちらで起って来ている。

宮崎県高崎町の轟ダムで、数年前からこのホテイアオイが繁殖しだし、ついには20ヘクタールの水面を覆いつくしてしまい、高さ1メートルを越すようになり、その上をあたかも歩けるようになったと報告しているが⁵⁾、こうなるとまったくの大害草である。また植木らによれば⁶⁾、このような現象が、大阪府のかんがい用水池においても起こり、鹿児島、熊本、松江、滋賀などにも、水面が見えないほどにホテイアオイが繁茂している事が報告されている。さらに、川口信博によれば⁷⁾、京都府宇治市の木幡池にも「ホテイアオイの異常繁殖」という新たな問題が生じて来ている。この木幡池は、宇治市にとって唯一の池であり、土地の人々にとっては、あの巨椋池の名残をとどめる池として、また万葉の時代から豊臣秀吉の宇治川の築堤に至る歴史を秘めた池で、水上風致公園としての整備が待たれている池である。昭和59年夏の木幡池環境調査の時には中池に極く少数の量のホテイアオイの生息が見られ



図-3 日本のホテイアオイの分布

たが、昭和61年にはホテイアオイは中池を埋めつくし、さらに昭和62年には南池、北池はみるみるうちに異常繁殖を続けるホテイアオイによって埋めつくされ、池の水面に見えなくなり木幡池に住むアヒル、カモ、ユリカモメなどの小鳥達は水面から締め出されてしまった。このことから京都府においては昭和62年10月末から異常繁殖したホテイアオイの除去作業に着手したが、予想外の膨大な量のため除去作業は困難を極め、昭和63年に入ってもなお除去作業が必死に続けられているという状態である。

著者の住む岡山においてのホテイアオイの異常繁殖は、児島湖に始まっている⁸⁾。この児島湖は、岡山県南部にある児島湾の干拓新田の田水不足を解消するため、昭和34年に郡（こおり）－福島間に堤長1,558mの堤防を築き、1088haの淡水湖を誕生せしめ、これを5,101haの干拓地の用水源たらしめるために工業用水としても利用しようとしたものである。この児島湖は、オランダのゾイデル湖に次いで世界第二の海面締切による淡水湖として、農業水利事業と地域開発の二大使命を帯びて誕生した人造湖である。その児島湖が、管理責任不明確のまま30年を経過し、当初期待された実用目的にも役立たなくなるほど、水質が悪化して来た。このまま放置するならば、確実に“死の湖”となり、周辺の自然の調和を失うばかりか、これを破壊する源にもなりかねない状態になっているのが現状であ

る。児島湖の水質は、昭和45年頃より急激に悪化しており、昭和46年度には「ホテイアオイの異常繁殖」があり、この除去作業に数千万円が投与されている。また昭和63年11月になって、岡山市内の半役水門一帯に、ホテイアオイの異常繁殖が見られ、この除去作業にもかなりの費用が費やされている。さらに平成元年9月23日（土）においても、岡山市湊の農業用ため池、池の内大池（約1.0ha、水深平均1.5m）で、写真2に示すようにホテイアオイが、全水面を覆うほど大繁殖している。周辺の宅地化にともない、昭和55年ごろから生活廃水の流入による汚濁が問題化したこともあって、毎年約百万円かけて除去していたが、平成元年は夏の好天が影響して大繁殖し、その除去費用に例年の7倍

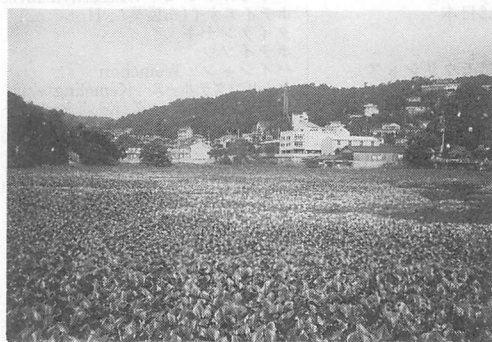


写真2 水面が見えないほどに大繁殖して水面をびっしりと覆ったホテイアオイ

の700万円を費し、11トンドンプカーで300台分に上るとみられ、除去したホテイアオイは同市桑野の市有地で乾燥した後、焼却処理する計画であるという。また平成2年11月にも、3年後の東四国国体のカヌー会場になる香川県坂出市府中町中湖にホテイアオイの問題がある。除去するのは量が多すぎて困難なため、入り江に封じ込めることになり、県国体競力向上対策室は10月初めからオイルフェンスに似たダクトプロテクターを使用し、3ヶ所の入り江に封じ込めるとともに、湖の幅が狭くなった上流の1ヶ所にもダクトプロテクターを張って練習コースに流れ込まないように作業を進めたが、使用したダクトプロテクターの長さは約1キロ、封じ込め費は1600万円という高額が費されている。

ごく最近の話題として、平成3年12月においても福岡県筑後平野、佐賀県佐賀平野などでは、このホテイアオイの除去が大きな悩みである。総延長が約300キロにも及ぶクリークが市内をめぐる大川市では、ホテイアオイの除去のために、市民あげて年2回のクリーク清掃のほか、年間約6千万円の予算を使っている。クリーク・クリーンアップ市民の会では、ホテイアオイ対策の活路が見いだせるのではないかと四苦八苦しているのが現況である。

4. 資源としてのホテイアオイの有効利用

資源としてのホテイアオイは、上述のごとく世界にも、日本の到るところで異常繁殖して、その除去費用にかなりの高額の費用が費されており、除去後は、またかなりの燃料費が使われて“焼却処理”のみに頼っているのが現状であり、実に不経済な話である。

21世紀は世界人口の爆発的な増加に伴い、食糧資源及びエネルギーの枯渇が叫ばれている今日、日本のよ

うな小資源国にとっては、この繁殖力の旺盛な“ホテイアオイ”の有効利用を考えることは当然の課題であろう。ここで、ホテイアオイの有効利用を行なうにあたり、ホテイアオイの特長、長所および短所などを文献調査すると⁹⁾、表3に示すとおりである。表3は、多種にわたる水生植物の中からホテイアオイを含む水生植物13種類を選び、要求される項目に照らし合わせ、比較したものであり、抽水植物はヨシ、マコモ、ガマ、浮葉植物にはヒシ、ガガブタ、アサザ、沈水植物はクロモ、エビモ、オオカナダモ、コカナダモ、加えて浮漂植物のウキクサ類、およびホテイアオイである。その他としてオランダガラシを選び、13種としたものである。ここで、オランダガラシを選んだ理由として、繁殖力が旺盛であることがホテイアオイとの類似点であるためである。この表3からも明らかなように、13種の水生植物の中でも、ホテイアオイは有効利用の可能性が大であることがわかる。

4.1. ホテイアオイの水質浄化への有効利用

水質汚濁は、現在全国各地の河川、池、湖、内海で各種の問題を引き起こし、瀬戸内海では、ヘドロ、赤潮の問題などが重大な問題となっている。これらの水質汚濁を引き起こす原因は、多量に河川などに排出される生活排水や産業排水である。現在、総量規制と言う新しい法律ができ、厳しく取締られている。特に企業、大学、研究所、病院など500人以上の人間を収容する所では必ず、排水処理施設およびし尿処理施設を設ける必要がある。これらの処理方法に①物理的処理方法、②化学的処理方法、③生物学的処理方法がある。その中でも現在最も一般的に実施されているのが③の生物学的処理方法の中の活性汚泥処理方法である。この活性汚泥法は、有機物を含む排水を曝気すると好

表3 水生植物の要求項目

1次要求項目	2次要求項目	抽水植物			浮葉植物			沈水植物			浮漂植物		その他
		ヨシ	マコモ	ガマ	ヒシ	ガガブタ	アサザ	クロモ	エビモ	オオカナダモ	コカナダモ	ウキクサ類	ホテイアオイ
栄養塩をより多く吸収する	繁殖力旺盛、密生群落を作る植物体のN、P含有量が多い 収穫周期が短い	○ △ ×	○ △ ×	○ △ ×	△ ○ ×	△ ○ ×	×	○ ×	△ ×	△ ×	×	○ ○ △	△ ○ ○
栽培が可能である	地下茎があまり大きくない 耐寒性が大きい	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○
収穫しやすい	生息地の水深が浅い	△	△	△	×	×	×	×	×	×	○	○	○
輸送しやすい	水分が少ない	○	○	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×
利用が可能	食品、飼料、燃料となる	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△○	○

気性の微生物（バクテリア，原生動物など）が繁殖し，これらがフロックを形成し沈降する．この沈降する汚泥が有機物を吸着し，その生物学的な作用で有機物の酸化を促進して，有機物を分解除去している．しかし，この方法にも問題があり，特に水中の窒素，リンの除去が困難である．そこで表3にも示されているように植物体を有効利用しようと言う方法が導入されている．表3の中のホテイアオイは，前述したように生長が早いことから，また水中の栄養分の吸収が非常に早いことが推定され，米国のサンディエゴ市では，このホテイアオイに注目し，一次処理は通常の活性汚泥を行ない，その処理水を二次処理する．この処理は，ホテイアオイにより活性汚泥法によって分解されなかった有機物をさらに分解し，かつ，下水処理によって生ずるNH₄の吸収を図り，可溶性有機物を分解し水の透明度を得ている¹⁰⁾．青山は，ホテイアオイの窒素，リン含有量と水中濃度との回帰直線を求めて図示したが，ともに水中の窒素，リン濃度と茎葉部の窒素，リン含有率との間には比例関係が認められる．しかし水中の濃度域によって回帰直線の勾配は変化している¹¹⁾．著者らが，ホテイアオイによる水質浄化実験を岡山大学農業研究所，中四国農政局の共同実験で用いた実験施設を図-4に示すが¹²⁾，ここでの数字は原水の流入経路を示す．実験施設は，調整池，接触酸化槽，植物，植物栽培池の3ブロックに分離されている．調整池は表面積20m²，深さ50cm，接触酸化槽は表面積35.5m²，深さ15cm，総延長342m，植物栽培池は表面積53.6m²，深さ50cmである．用水は隣接する農業用水路から水中ポンプによってポンプアップ（10トン/日）し，落下式の簡易な曝気装置により酸素を供給した．最初の調整池では滞留時間（24時間）があり，水質の変動を調整する．接触酸化槽は4～5時間の滞留時間があり，槽内に充填されているプラスチック炉材の微生物により生物化学的に有機物の分解除去する．植物栽培池にはホテイアオイを栽培し，窒素およびリンの除去を行っている．ホテイアオイの植え付けは4月13日に植物栽培の各区に1m³当り0.6kgづつ行い，5月26日からは2週間間隔で収穫管理した．収穫したホテイアオイの重量含有窒素量，含有リン量の測定については，それぞれ重量法，ケルダール法，モリブデンブルー法による方法を採用した．この岡山市で行った実験では，53.6m²の栽培池でのホテイアオイの窒素の除去能力は，無機態が80%，全窒素で50%除去された．表4に示すように，特に無機態窒素の内，NH₄-Nは92%と

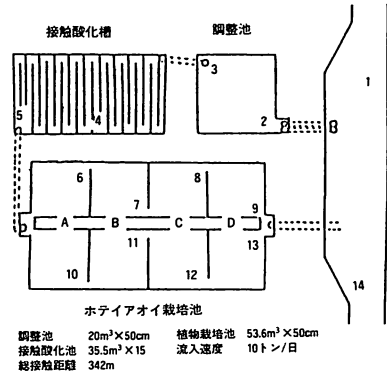


図-4 実験施設の概略
数字は原水の流入経路を示す．

%と非常に高い除去率を示した．また，リンは無機態が80%，有機態で20%，全リンで60%除去が可能であった．この様に，ホテイアオイが水中の栄養塩を吸収することにより，下水や排水の3次処理や湖沼の富栄養化の防止に用いられている．

4.2. エネルギー採取への有効利用

ホテイアオイのメタンガス化である．メタンガス発生装置というのは，この中でメタン醗酵細菌がホテイアオイを醗酵させてメタンガスに変換する装置である．NASAの実験によれば，ホテイアオイ1kg（乾）当り350～411ℓのバイオガス（メタン60～80%）が得られているが，著者の実験にも同様の結果が得られているが，しかしこのエネルギー採取は以下に述べるように利用できるものは大いに利用して，その後，最終的な利用方法として考えることが妥当だと思う．

4.3. ホテイアオイの食糧への有効利用

ホテイアオイを食糧として有効利用する研究は，近

表4 各処理工程における各成分除去率

除去成分	調整池	接触酸化池	植物栽培池	全工程
NO ₂ -N	10.1	39.6	25.2	74.0
NO ₃ -N	28.8	8.1	49.4	86.3
NH ₄ -N	15.2	0.9	92.0	77.7
Inorg-N	3.3	2.0	81.1	79.8
Org-N	29.0	34.6	2.3	61.3
T-N	8.0	13.8	51.5	73.3
PO ₄ -P	9.8	14.7	80.4	55.9
Org-P	28.6	31.4	20.0	80.0
T-P	2.8	1.9	59.7	64.4
BOD	32.1	28.1	17.2	77.4
COD	24.2	19.0	4.0	47.2
TOC	17.7	22.2	13.2	77.4
SS	51.7	23.0	7.8	82.5

表5 いろいろな食品のアミノ酸組成

アミノ酸分析	ホテイアオイの葉 ¹⁾	¹⁾ 大豆	ピーナツ(AFI ³⁾)	²⁾ FAO	²⁾ スピルリナ	²⁾ 牛肉	²⁾ 卵	¹⁾ 魚	FAO基準 ²⁾
リジン	5.68	6.49	1.42	2.58	2.6~3.3	1.76	0.89	1.95	4.2
ヒスチジン	2.20	2.63			3.				
アルギン	5.23	6.98	5.18						
アスパラギン酸	12.08	12.18	4.10						
スレオニン	4.34	4.26	0.75	1.62	3.0~3.6	0.85	0.59	0.99	2.8
セリン	4.08	5.51	1.68						
グルタミン酸	11.01	19.36	7.03						
プロリン	6.00	5.29	0.75						
グリシン	5.14	4.48	2.43						
アラニン	6.19	4.58	1.56						
バリン	5.55	4.80	1.75	1.86	4.0~4.6	1.05	0.83	1.02	4.2
メチオニン	1.40	1.37	0.32	0.43	1.3~2.0	0.43	0.43	0.58	2.2
イソロイシン	4.66	4.90	1.38	1.80	3.25~3.9	0.93	0.67	0.83	4.2
ロイシン	8.26	7.98	2.58	2.70	5.9~6.5	1.70	1.08	1.28	4.8
チロシン	3.38	3.94	1.29	1.38	2.6~3.3	0.68	0.49	0.61	—
フェニルアラニン	5.42	5.37	1.98	1.98	2.6~3.3	0.86	0.65	0.61	2.8
トリプトファン	0.99		0.22	0.55	1.0~1.6	0.25	0.20	0.30	1.4
システイン			0.51	0.48	0.5~0.7	0.23	0.35	0.38	4.2
ヒスタミン			5.18						
粗プロテイン	31.3	44.5							

¹⁾有水「霞ヶ浦は甦える」. ²⁾FAO. ³⁾世界が注目するピーナツ蛋白(食品と開発, 5, 36, 1986)

年ようやくみられるようになった。さきに述べたように食糧問題の将来については、食糧危機とくにアミノ酸欠乏が世界的な視野において憂慮されている。その有力な解決策である未利用資源の開発が、各種分野において研究が続けられているが、公害草のみに苦慮され利用法が考慮されていない、ホテイアオイについて、現在までに報告されているところのいろいろな食品すなわち大豆、ピーナツ、スピルリナ、牛肉、卵、魚などに含有されるアミノ酸組成を比較してまとめたものを表5に示す。表5からも明らかなように、ホテイアオイにはアミノ酸が非常に多く含有されていることがわかる。比較の対象となっている大豆よりも必須アミノ酸はホテイアオイの方が多い。例えば、スレオニンは大豆の4.26に対してホテイアオイが4.34、以下同様にプロリン、グリシン、アラニン、バリン、メチオニン、ロイシン、フェニルアラニン等が多量に含有されてい

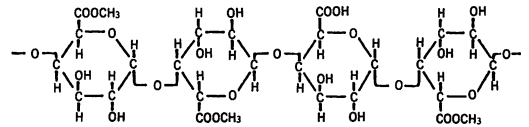


図-5 ペクチン構造図

るといことで、FAOでも大豆に匹敵する植物だと推奨している。また食品工業界において、日本ではまったく製造されていなく、外国特にフランスから年間180万トンの輸入のみに頼っているペクチン(図-5)がホテイアオイに含まれていることが確認されているが、これは食品工業において、ゲル化剤、老化防止剤、品質改良剤、安定剤、天然着色料、増粘剤等に利用されている。医薬品への応用としても盛んであり、ペクチン薬理作用としては整腸効果、下痢止め効果、薬理作用の延長、傷の治療作用、抗ウィルス性効果、止血

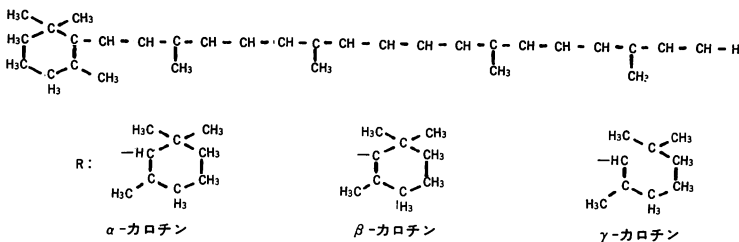


図-6 カロチン (C₄₀H₅₆) の構造図



写真3 商品化されたホテイアオイ焼酎「紫美人」

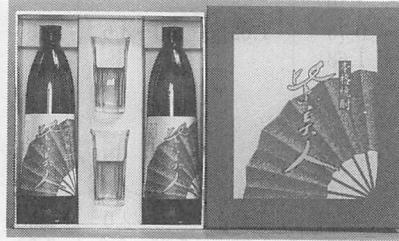


写真4 デザインが通産大臣賞受賞した「夢紫」

作用、赤血球の沈降率の増加作用、免疫作用などがある。なおカロチン(図-6)もホテイアオイに含有されていることが、確認されており、ペクチン、カロチン共に食品工業及び医薬品への応用としても盛んである。カロチンには抗酸化作用、免疫賦活作用、発癌抑制作用、紫外線有害作用の予防など、有効な医薬品として利用されている。こうした有効成分の研究報告から、著者もホテイアオイの有効成分を生かす方法を模索した。試行錯誤の結果、世界で最初の「ホテイアオイ焼酎」〔商品名:紫美人(写真3)、夢紫(デザインが通産大臣賞受賞,写真4)に成功し、市販されている。

4.4. その他の有効利用

飼料としてトウモロコシと比較すると、高水分量であることを除けば十分に匹敵するものと考えられ、無機物についても優れており、ビタミンについても同様に優秀な植物であると言えよう。和紙、筆、堆肥、土壌改良剤、マルチ用、金属類の捕集など、経済性については、表6に1kg当たりの値段を示したが、各種飼料や人間の健康食品であるマコモなどと比較してもわずかに1円であり、ホテイアオイの有効成分を利用すれば低いコストですむことが理解されよう。

表6 飼料の値段

マウスの飼料	250円/kg
熱帯魚の飼料	40,000円/kg
猫の飼料	750円/kg
犬の飼料	20,000円/kg
マコモ	20,000円/kg
ホテイアオイ	1円/kg

5. あとがき

来たる21世紀の資源およびエネルギーの開発において、世界の三大公害草として異常繁殖し嫌われている水生植物の「ホテイアオイ」を資源として有効利用することは、いかに重要であるかを以上の展望および解説により理解していただけたものと考察されよう。

我が国におけるこの分野は、まだ生れたばかりの新生分野であるにもかかわらず、資源としてのホテイアオイを有効利用することは、関連各方面にこの分野の関心を高めることが出来れば誠に幸に存ずる次第であります。

引用および参考文献

- 1) 山陽新聞:1991年12月17日(火曜日)。
- 2) 崎川範行,鈴木啓輔:エネルギーとその資源(1984),三共出版。
- 3) 青山勲:水,3巻(1989),60。
- 4) Gopal,B.,Sharma,K.P.:Water Hyacinth (1981) Hindaria Publishers.
- 5) 平田正一編:宮崎の植物工(1977),宮崎日日新聞社。
- 6) 植木邦彦編:水草の科学(1984),研究社。
- 7) 川口信博;UPEC(1990),宇治市経済報告書。
- 8) 小林 桂:児島湖21県民の会(1991)。
- 9) 中国四国農政局計画部:益野地区水質浄化基礎調査報告書(昭和57年度)。
- 10) 山澤新吾,前川孝昭:News Letter(1967)。
- 11) 青山 勲:用水と廃水,24巻(1982)。
- 12) 石井 猛ら:全国大学協議会,第7号(1990)。