

性のクロモについて、日々の気象並びに水質データを入力し算出されたバイオマス生産のシミュレーション結果は、半年にわたる野外池での植物の生育を十分に再現していた。

3-2-2 二枚貝による水質改善法の検討

二枚貝を入れた水槽では、対照の水槽よりも濁度の低下率が高かった。これは二枚貝の捕食のろ過作用によるものであると考えられた。

粒径 $2\mu\text{m}$ や $4\mu\text{m}$ のカオリン粒子を用いた実験では、高い濁度低下がみられたが、粒径 $0.2\mu\text{m}$ のカオリンを用いた実験では、可視的には明らかな差をみることができなかった。これは二枚貝の外套膜や鰓の構造に関係しており、懸濁粒子の中には、それらにとらえられやすい大きさがあると思われた。殻長が 50mm 前後のタテボシガイ、ヨコハマシジラガイ、ヌマガイ、カワシシユガイの方が、殻長が大きなイケチョウガイやカラスガイより高い浄化効率を示した。

3-3 地形・景観調査

3-3-1 平野ワンド部の概況調査による特性把握

1) 資料調査による平野ワンド部の水環境の変動要因の解明

ワンド最奥部はヘドロ様の堆積物が深くつもり、水深の変化が少ない事を確認した。2007年に実施した現地調査で、ヘドロの下に微小な谷地形が分布し、谷部分で最も堆積が深くなる事を確認した。この事は、平野ワンド最奥部の流況が比較的短期間で変化した事を示すと考えられた。

1950年代以降の空中写真にはワンド最奥部の水底に掃流の痕跡が写っており、現地調査でヘドロの堆積が激しい箇所一致した。ワンド内に水が流入する小流域は5つに区分され、砂嘴先端部より時計回りにNo.1からNo.5までの番号をつけた。ワンド最奥部の集水域はNo.2である。両年代の各集水域の面積を求めた。集水域面積の変化が、水量に与える効果を見積もるため、山中湖の平均降水量との積から集水量を求めた。また、活発に掃流があると考えられる集中豪雨時の連続降雨量 400mm から 100mm を減じた 300mm を表流水量と仮定して流入水量を推定した(表3)。

その結果、ワンド全体の集水量は10%強の減少となっていた。

ワンド最奥部を流入口とするNo.2の集水域は、現在は谷の痕跡が残るのみで、ほとんど水が流入していないが、過去には降雨時に大量の水が流れ込む箇所であったと考えられ、ワンド奥部の堆積の進行には集水域の変動が大きく関わっていると推定された。

2) 山中湖岸の外来種分布から見た平野ワンドの植物群落の位置づけ(図3)。

平野ワンド部(図の平野B)は湖岸 100m あたりの出現頻度では、長池A地区に次いで2位であるが、ワンド部においてオオブタクサの個体サイズ、群落のサイズが大きく、分布が連続しているため群落数は少ないが、オオブタクサの現存量、種子生産量では、山中湖岸で最も集中する地区であると言える。山中湖全体において湖岸の汀線が後退した痕跡にそって多くのオオブタクサ群落分布する事から、水流によって運ばれた種子が定着するケースが多い事がうかがわれた。現況はワンド部にオオブタクサが侵入、定着し、大規模群落として大量の種子を供給して山中湖全体にオオブタクサが広がりつつある段階と考えられた。

以上から、平野ワンド部は外来種の侵入を受けやすく、また外来種の定着が山中湖岸全体へとつながりうる区域であると考えられ、定期的な監視と適切な人為的な介入のもとで管理されるべきと結論づけられた。

表3 推定された1960年代と現況の集水域の面積と水量への換算

	元の集水域面積	水量換算(年降水量)	水量換算(300mm)
No.1	7549 m^2	16902t	5071t
No.2	42346 m^2	94768t	28430t
No.3	39136 m^2	87626t	26228t
No.4	14022 m^2	31396t	9414t
No.5	313227 m^2	701315t	210394t
計	416260 m^2	932006t	279602t

	現況の集水域面積	水量換算(年降水量)	水量換算(300mm)
No.1	7549 m^2	16902t	5071t
No.2	2999 m^2	6715t	2014t
No.3	39136 m^2	87626t	26288t
No.4	14022 m^2	31396t	9414t
No.5	313227 m^2	701315t	210394t
計	376933 m^2	843953t	253186t

3-3-2 平野ワンド部の湖流調査

1) 風向・風速データ

湖流の形成要因として、本湖のように流量の大きな河川がなく、水深が浅く扁平な湖盆形態の湖沼では、湖上風の影響が強いことが、漂流ブイ調査により明らかとなってきた。

調査中の風向・風速を図4に示したが、13時45分を境界として、前半は北～北西風が卓越しており、風速も 1.5m/s 前後の緩やかな風であった。しかしその後は東～南東風に変わり、風速も $2\sim 4\text{m/s}$ と強まった。

2) 漂流ブイの流向・流速

4基のブイの流跡図を図5に示した。流向は図中に矢印で示したように、期間の前半は南南東方向へ流動したが、後半は南西方向へと変化した。流速についても、前半は $1.6\sim 1.8\text{cm/s}$ であったが、後半は $2.3\sim 2.6\text{cm/s}$ へと約1.5倍速くなった。この流向・流速の変化は、湖上風の変化と一致しており、表層 1m の水塊は湖上風によ

り強く影響を受けていることが明らかとなった。

3) ドップラー流向流速計 (ADP) 計測結果

ADPによる水深0.9m及び2.9mの流向・流速の測定結果からは、水深2.9mでは基本的に南方向に流れる傾向があると思われたが、0.9mでは傾向を掴むことができなかった。これは観測中に大きく風向が変化してしまったことにより、湖流も変化したことによるものと考えられた。その一方で漂流ブイによる測定は連続した変化を捉えることが可能なため、正確な湖流の観測には、両者を併用することが必要であると考えられた。

4. 考 察

4-1 山中湖の水草・大型藻類

本調査で山中湖から確認された水草類はコオニビシを含め13種、大型藻類は7種であり、現在の優占種はセキショウモ、ホソバミズヒキモ、ホザキノフサモ、クロモであることが明らかになった。また、過去の文献との比較により本湖における水草・大型藻類の種組成と優占度は数年といった短い期間でも大きく変遷していることがわかった。

本調査による水生植物の分布中心となる水深は、北岸で3-4m、南岸で3m、平野ワンドで1-2mであり、生育限界水深も北岸や南岸では水深5m、平野ワンドでは水深3mであることが明らかになった。透明度も概ね北岸、南岸、平野ワンドの順であり、透明度(光量)によって、生育限界水深が規定されていると考えられ、生育水深を調査することで、次年度以降の浄化実験による効果を検証できる可能性がある。

平野ワンドの水生植物を取り巻く環境要因については、湾の奥部に行くにしたがって、透明度、光量は低下し、pHは上昇し、水温は夏に高く、冬に低い傾向がみられることが分かった。また、平野ワンドでは湾奥に行くにしたがって浮泥が堆積しており、浮泥中には豊富な栄養塩が蓄積されていることが予想される。これらのことから、平野ワンドでは湾口部から湾奥部にかけて環境

勾配があり、現時点では生育している水生植物の種数は少ないが(表4)、今後、環境が改善されることにより、多様性が増すことが期待される。

4-2 平野ワンドの魚類

地元の漁業協同組合では、オオクチバス、ワカサギ、フナ、コイ、ウナギ、ウグイ、オイカワの7種を放流しているが、このほか不定期にシジミ(2004, 2005年)、モロコ(2003年)を放流している。コイは2003年以降魚病対策のため殆ど種苗放流していないという。また、聞き取り調査によると、最近ではワンド内でのコイ、フナの自然産卵が見られないという。この原因として産卵基質である水草の減少によるものと危惧する声もあるが、現時点では不明である。コイの場合水草の直接的な捕食というより、摂餌行動の際底泥の攪拌による水草への悪影響が報告されていることから、今後観察の容易な実験室レベルでの解明が必要である。

今回の野外調査により、ワンド内における魚類相が明らかになったが、魚類と水草の関係について、食物連鎖以外の観点からもさらに検討する必要がある。

4-3 平野ワンドの水生生物

本調査では、トラップ採取法で2科5種108個体、タモ網採取法で4科7種228個体を採取し、両採取法を合わせると4科9種336個体となった。富士北麓生態系調査会(2007)では山中湖役場前で地引き網調査が行われ、本調査で採取されなかったコイ、ニゴイを含む3科6種の生息が報告されており、その結果山中湖には4科11種が生息するが、放流記録があり現存を確認できるウナギ、ワカサギを含めると6科13種が生息していることになる。地引き網、潜水調査に基づく富士北麓生態系調査会(2007)の魚類調査結果では、最も多くの種が確認されたのは河口湖(14種)、次いで本栖湖(12種)、西湖(5種)、精進湖(3種)であり、よって種数のみから判断すると、山中湖ではオオクチバス、ブルーギル、ワカサギ、ウナギなどの放流経緯があるが、比較的多くの魚種が生息していることになる(オオクチバスについては2008年だけで約5000kg放流)。トラップ調査を行った調査域の両端と中間部の採取結果を比較すると中間部の調査区2から調査区4では種数、個体数は多かった。この中間部の湖岸には、ヨシ、イグサ、カヤツリグサが繁茂し、ヒメビシも分布しており、このような湖岸の生息環境が多種の生息とともに多くの個体の生息を可能にしているように思われ、ワンド部の水質改善の問題はあるが、ワンド部の湖岸に形成されているヨシを代表とする湖岸植生は、魚類の多様性維持にとり重要であることを示唆した。

採取した魚種のうちタモロコとヌマチチブではその体長の季節変化から繁殖がなされていることは明らかであ

表4 定線調査で採集された水草類と透明度

区域・定線・頻度 種名	平野ワンド				湖北岸				湖南岸				出現 定数	頻度 (%)			
	H1	H2	H3	H4	N1	N2	N3	N4	N5	S1	S2	S3			S4	S5	S6
1 セキショウモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15	100
2 ホソバミズヒキモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15	100
3 ホザキノフサモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	14	93
4 クロモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13	87
5 センニンモ				○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	11	73
6 オオササエビモ				○	○	○	○	○	○	○	○	○				9	60
7 コカナダモ							○				○				○	7	47
8 エゾヤナギモ	○			○			○				○					5	33
9 オオトリグモ							○	○						○	○	4	27
10 エビモ		○														1	7
11 ヒロハノエビモ															○	1	7
12 エビモ×センニンモ																1	7
出現種数	5	5	3	7	6	8	8	9	6	4	8	7	7	7	6		
透明度 (m)	(2.0)	(3.0)	3.4	4.25	5.5	6.05	5.45	5.8	5.4	(5.0)	5.0	(5.0)	4.7	5.8	5.7		

() 内の数値は全透

り、他魚種でもそのサイズから繁殖は成立しているようである。よって、ワンド部での特有な湖岸植生は、オオクチバス、ブルーギルにおける繁殖成立の問題を含むが、稚仔魚にとっても重要な環境条件であると思われる。

エビ類についてはテナガエビの1種のみを確認した。富士北麓生態系調査会(2007)の調査結果では、山中湖、河口湖、精進湖ではテナガエビ属のみ、0西湖、本栖湖ではテナガエビ属の生息は確認されていないがスジエビとヌカエビの生息は確認されている。テナガエビにおいては抱卵個体の存在とともにその体長の季節変化から繁殖は成立しているようであり、魚類同様、ワンド部のヨシを代表とする湖岸植生は、テナガエビの生息に重要であることを示唆した。

トンボ類ヤゴについては、本調査では5種を認め、富士北麓生態系調査会(2007)の調査結果では8種を認め、総計では10種が生息していることになる。富士北麓生態系調査会(2007)が明らかにした他の4湖の6種と比べると、山中湖では多くの種が生息しており、トンボ類ヤゴにとっても、ワンド部のヨシを代表とする湖岸植生は多様性の維持にとり重要であることを示唆した。

4-4 植生モデルの構築

今後は、植物ごとの環境要因への応答特性を表すパラメータの信頼性向上に向けた栽培試験の継続と、より多様な植物での同様の検討を進め、これらの情報をデータベース化することが望まれる。これにより、地域特性と汚染条件を加味した植物浄化効果の推定に基づく植物選択による計画と設計、並びにバイオマスの維持管理手法の最適化が可能となり、植生浄化手法の工学的な汎用化を図ることができると期待される。

4-5 二枚貝による水質改善法の検討

山中湖へ貝類を移植する際は、より正確な種の同定が必要であり、特に二枚貝の同定は困難であるため、今後遺伝子解析により種の同定をすることが必要であると考えられた。また、ヌマガイ、ヨコハマシジラガイなどは広く分布するため移入には適していると考えられたが、移入方法としては二枚貝をそのまま湖水に放流するのではなく、網を使い、浄化終了後には、二枚貝を外に取り出す方法が望ましいと考えている。

5. 結言

特に生態系、景観の保全に配慮が必要な区域内の自然湖沼での水質管理に適した浄化システムを構築するために、水生植物及び貝類を用いた手法の検討を試みた。

平成20年度は1年目にあたり、浄化システムを構成

するために必要な基礎データの収集を行なった。その中で、浮遊植物のウキクサ、抽水性のヨシ、沈水性のクロモについて、バイオマス生産のシミュレーション結果は、野外池での植物の生育を十分に再現していた。来年

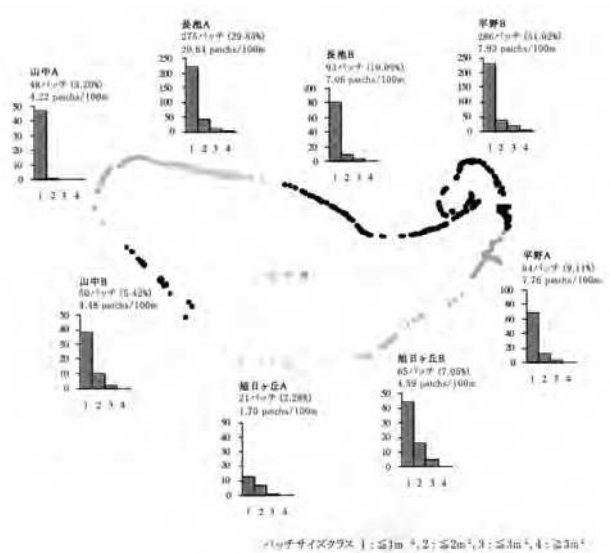


図3 オオバタクサ群落の位置と概ねのサイズ

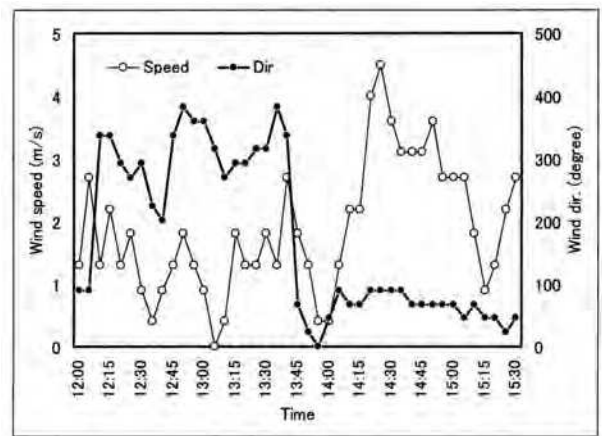


図4 湖上風の風向・風速の時系列変化(2008年10月9日)



図5 GPS搭載ブイの流跡図

度以降は平野ワンドあるいは気候が似た地域での野外実験を行い、水生植物の成長量の予測精度を上げていきたい。植物の成長に伴う水質変動に関するデータも蓄積する予定である。

一方、貝類を用いた水質浄化能の室内実験では、二枚貝のろ過作用により濁度が低下することが確認された。今後は野外飼育実験を行い、生態系保持に配慮しつつ、平野ワンドに最も適した貝種の検討を行う予定である。

また、平野ワンドでの生態系の実態調査も併せて行い、魚類、底生動物、水生植物に関する多くのデータ収集を行なった。

魚類ではオオクチバス、ナマズ、モツゴ、オイカワ、ヌマチチブ、ワカサギ、フナ、タモロコ、ヨシノボリ、ニゴイ、コイの11種が確認され、モツゴ、タモロコが減少し逆にオイカワが急増するという優占種の交代が見られた。また捕食物の観察から水草を食している魚は見られず、平野ワンド内の水草減少の原因ではないものと判断された。

底生動物などはテナガエビ1種と、トンボ類ヤゴ5種が確認され、いずれもワンドのヨシを代表とする湖岸植生が重要な生息場所であることが明らかとなった。

水生植物については、山中湖全体で水草類13種（うち1種は交雑種）、大型藻類7種の生育を確認した。また平野ワンドの中ではホザキノフサモが優占種となっていた。水草の現存量と湖水環境、特に光量に大きくかわる透明度の関係を明らかにすることは、今後植栽を行なう上で重要であると考えられた。

また既存の空中写真などのデータとの比較の中で、平野ワンドに降雨などの流入口が一部失われ、その結果として集水量が10%強減少し、水の動きが弱くなった可能性が示唆された。このことにより、ワンド奥部の泥の堆積が加速した可能性があったことが明らかとなった。

来年度以降はこれらの成果をふまえ、平野ワンドでの植栽あるいは飼育実験を行い、水質管理に適した生物種の選定とその管理方法の検討を行なう予定である。

謝 辞

調査にあたり、ご協力を頂いた山中湖漁協及び(株)富士汽船の皆様には感謝の意を表します。

原著論文

- 1) 芹澤(松山)和世, 安田泰輔, 中野隆志, 芹澤如比古: 山中湖におけるフジマリモの再発見. 富士山研究3: (印刷中), 2009

学会発表

- 1) 芹澤(松山)和世, 中野隆志, 安田泰輔, 加藤将, 野崎久義, 吉澤一家, 芹澤如比古: 山中湖に生育する大型藻類の現状, 特にフジマリモとシャジクモ類について, 日本藻類学会第33回大会, 沖縄, 2009
- 2) 芹澤如比古, 夏目雄貴, 松野安純, 土屋佳菜, 吉澤一家, 芹澤(松山)和世: 山中湖の水草類の生態, 特に透明度と分布の関係—2008年—, 日本藻類学会第33回大会, 沖縄, 2009
- 3) 芹澤(松山)和世, 中野隆志, 安田泰輔, 加藤将, 野崎久義, 吉澤一家, 夏目雄貴, 松野安純, 土屋佳菜, 芹澤如比古: 富士五湖の水生植物植生—2008年の山中湖の水平・垂直分布—, 第10回富士山セミナー, 山梨, 2008
- 4) 芹澤如比古, 夏目雄貴, 松野安純, 土屋佳菜, 吉澤一家, 高橋一孝, 永坂正夫, 芹澤(松山)和世: 山中湖の水生植物・大型藻類の水平・垂直分布について—2008年—, 日本陸水学会甲信越支部会第34回研究発表会, 長野, 2008
- 5) 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古, 中野隆志, 安田泰輔, 吉澤一家: 山中湖における水草・大型藻類—2007年—, 水草研究会第30回全国集会, 千葉, 2008
- 6) 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古, 吉澤一家: 最近の山中湖における水草・大型藻類, 日本藻類学会第32回大会, 東京, 2008
- 7) 吉澤一家, 小田切幸次: 山中湖における漂流ブイによる湖流調査, 第42回日本水環境学会年会, 名古屋, 2008
- 8) 吉澤一家, 小田切幸次: 山中湖の閉塞的な水域での湖流と湖上風, 日本陸水学会甲信越支部会第34回研究発表会, 長野, 2008