



アサギ

保護管理計画

阿寒湖のマリモ保全対策協議会

平成24年2月

執筆・編集

阿寒湖のマリモ保全対策検討委員会

- 委員長 佐藤 謙（北海学園大学工学部 教授）
委員 石川 靖（北海道立総合研究機構環境・地質研究本部
環境科学研究センター自然環境部 主査）
委員 大原 雅（北海道大学大学院地球環境科学研究院 教授）
委員 中瀬浩太（五洋建設株式会社環境事業部 部長）
委員 若菜 勇（釧路市教育委員会マリモ研究室 学芸員）

本書は平成 23 年度環境省生物多様性保全推進支援事業の
交付金事業によって作製しました

はじめに

阿寒湖のマリモ保全対策協議会

会長（釧路市長） 蝦名 大也

阿寒湖の湖底にすむ丸い緑の生物マリモは、釧路市民ならだれでも知っている身近な存在であり、私たちのふるさと釧路が誇る自然美の象徴ともなっています。しかし、長い歴史の中でマリモはいくどとなく存亡の危機にさらされ、そのたび住民の皆さんの保護活動によって危機を乗り越えてきました。希少な生物であるマリモを残そうと地道に活動してきた先人の努力に改めて敬意を表するとともに、こうした希少な生物と共生できる釧路に暮らすことを誇りに思います。

近年の研究の進歩によって、マリモは世界の湖沼に広く分布する生物でありながら、球化し、巨大化し、群生するのは阿寒湖だけであることが分かってきました。そして、球状のマリモが生じるために、阿寒湖の特異な自然のつくりが関係していることも明らかになりつつあります。かつて球状のマリモはヨーロッパの各所に生育していたと伝えられながら、様々な人為的な活動の影響によって姿を消し、今日、群生地が残っているのは、世界でも阿寒湖とアイスランドのミーヴァトン湖だけとされています。阿寒湖に「ある」だけでなく、「あり続けられた」ことに驚きと感動を覚えずにはられません。

どうすればこれからも長くマリモと共存して行くことができるのか、環境省の平成21年度生物多様性保全推進支援事業に採択されたのを受けて「阿寒湖のマリモ保全対策協議会」を設立し、3年間にわたってマリモ保護育成試験を初めとする様々な保全活動に取り組む一方、未来のマリモ保全活動の骨子となる本「マリモ保護管理計画」の検討・策定作業を進めてまいりました。この中で、過去1世紀以上に及ぶマリモ保護の歴史と成果を踏まえつつ、様々な課題が顕在化するマリモと阿寒湖の現状を分析し、これから取り組むべき基本方針を示すことができました。

奇しくも本年は、マリモが国の特別天然記念物に指定されて60周年を迎えます。この記念すべき年に、「マリモ保護管理計画」を取りまとめることで、先人がマリモに掛けた切実な思いを遠い未来に伝える役割を果たせたように思います。

「マリモ保護管理計画」の検討協議ならびに取りまとめにご尽力頂いた北海学園大学の佐藤謙先生を初め、委員の皆様へ感謝申し上げますとともに、本書が、マリモと阿寒湖を愛し、その保全ならびに活用に関わっている多くの方々に広く活用されることを願っております。

平成24年2月

謝辞

本「マリモ保護管理計画」の策定作業を進めるに当たり、以下の方々から貴重なご意見、ご指摘を賜った。記して感謝申し上げます。

- ・文化庁文化財部記念物課 文化財調査官 本間 暁
- ・北海道教育庁生涯学習推進局文化・スポーツ課文化財調査グループ 主査
田才 雅彦
- ・環境省釧路自然環境事務所阿寒湖自然保護官事務所 自然保護官 菅野 康祐

目次

はじめに
謝辞

第1章	阿寒湖のマリモ保全対策検討委員会設立の経緯と構成	1
	1. 阿寒湖におけるマリモ保護・研究事業の歴史	1
	2. マリモ保護管理計画の構想	3
	3. マリモ保護管理計画の策定に向けて	4
第2章	マリモ保護管理計画策定の目的	7
第3章	マリモを育む阿寒湖周辺の自然と社会	10
	1. 阿寒湖集水域の自然概況	10
	(1) 位置	
	(2) 地質・地形等	
	(3) 気候	
	(4) 生物相	
	2. 阿寒湖の自然概況	21
	(1) 湖盆形態	
	(2) 水温	
	(3) 水質	
	(4) 流入河川	
	(5) 底質	
	(6) 温泉および湧水	
	(7) 水位変動	
	(8) 波浪および湖水流動	
	(9) 水生生物相	
	(10) 外来生物	
	3. 阿寒湖周辺の社会環境	30
	(1) 歴史	
	(2) 産業と利用状況	
	(3) 土地利用形態	
	4. 阿寒湖周辺の保護管理に関わる制度等	34
	(1) 国立公園	
	(2) 鳥獣保護区	
	(3) ラムサール条約登録湿地	
	(4) 国内希少野生動植物種および絶滅危惧種	
	(5) 天然記念物	
	(6) 釧路市および森林管理署による森林保護協定	
	(7) 特定外来生物	
第4章	阿寒湖におけるマリモの生育状況	38
	1. マリモ研究の歴史と現状	38
	(1) マリモの発見	
	(2) 阿寒湖におけるマリモの生育状況調査	
	(3) マリモの生理・生態学的な研究	
	2. マリモの系統と分類	40

	3. 生活形の多様性	45
	(1) 着生型	
	(2) 浮遊型	
	(3) 集合型	
	(4) 放射型球状マリモの生長と空洞形成	
	(5) マリモの形態的・生態的な多様性をもたらす阿寒湖の特異な環境構造	
	4. マリモの生育状況の長期的変遷と現状	55
	(1) マリモの生育状況の長期的変遷	
	(2) マリモの生育状況の現状	
第5章	マリモ保護管理対策の経過と課題	59
	1. 保護対策の歴史と現状	59
	(1) マリモに直接影響を及ぼすもの	
	(2) 生育環境に関するもの	
	(3) 普及啓発等に関するもの	
	2. 保護・管理・研究体制の現状と課題	78
第6章	マリモ保護管理計画の基本方針	81
	1. マリモ保護管理の目標	81
	2. 目標の設定にあたって留意すべき視点	81
	3. 目標の設定にあたって留意すべき事項	82
第7章	目標達成のための施策の提言	84
	1. マリモ保護管理計画を推進・達成するための基本構想	84
	(1) マリモ保護管理体制の適正化	
	(2) 現存するマリモ個体群の保護管理のあり方および手法の適正化	
	(3) マリモ盗採防止対策の強化	
	(4) マリモ消失水域の環境修復とマリモの保護増殖に向けた調査研究の推進	
	(5) 特定外来生物ウチダザリガニの防除および管理の促進	
	(6) 集水域を含めた阿寒湖の環境保全の推進	
	(7) 普及啓発の推進	
	2. 基本構想の実現に向けた取り組み	90
	引用文献	92
	資料1. 阿寒湖のマリモと周辺地域の自然に関する年表	102
	資料2. 阿寒湖におけるマリモの生育状況に関する主要な調査記録	110

第1章 阿寒湖のマリモ保全対策検討委員会設立の経緯と構成

1. 阿寒湖におけるマリモ保護・研究事業の歴史

行政によるマリモの生育状況調査は、1919年、史蹟名勝天然記念物調査委員であった吉井義次（1919）による阿寒湖調査が端緒である。吉井は、マリモの形状が珍しくまた産地が限られていることから学術的な価値が高いとして保存の必要を認め、この調査結果を踏まえて1921年にマリモは天然記念物に指定された。その後、1926年に北海道が関与して支笏湖への移植が行われ（西村1939）、また1937年に三好（1938）が生育状況を調査している。

マリモの保護・研究事業が本格的に始まったのは1950年からで、同年の春、過度の取水によって阿寒湖の湖水面が低下し、マリモが大量に露出して枯死する事件が起こったのが発端であった（表1-4）。当時は北海道教育委員会が事業を主導し（特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会1990）、現地調査には道の文化財専門委員であった北海道大学の舘脇操教授が1950年から1952年まで、また同大学の山田幸男教授が1957年から1965年まで指導に当たった。こうして、1950年代に入って地元住民による「マリモ愛護会」が発足し、マリモの保護を訴える「まりも祭」が始まるなど、種々な対策が実行に移されるようになった。諸対策のうち、1962年からチュウルイの湖岸に建設されたマリモ打ち上げ防止堤については、打ち上げ防止対策の功罪や是非に関する議論を経て、現在も設備が残存したままとなっており、項を改めて述べる。

一方、マリモの保護行政については、1971年の環境庁の発足を受けて、1975年に自然環境行政と天然記念物保護行政の調整が行われ、それまで文化庁が担っていた天然記念物の保護増殖事業については環境庁が所管することとなった。それは、国立公園の特別保護地区・特別地域内における保護増殖事業については環境庁が実施するとの覚書が両機関で交わされたからである。阿寒湖のマリモ群生地は阿寒国立公園の特別保護地区に含まれたものの、マリモの具体的な保護対策が明らかでなかったため、事業対象に加えられることはなかったが、後述するように2004年度から2006年度にかけて、マリモに関する水環境や水生生物についての調査等が行われている。

また、環境庁の発足と同じころ、阿寒湖では湖水の富栄養化の進行によってマリモの生育状況が懸念されるようになり、阿寒町は1972年から1975年にかけて文化庁および北海道の補助を受け、北海道大学の黒木宗尚教授の指導の下、チュウルイならびにキネタンペでマリモの生育状況調査を実施した（第1次総合調査）。阿寒町は、この後も保護対策を講じるための調査研究費や保護育成活動を継続すべく、1961年にチュウルイ島に設置した観光客向けのマリモ観覧池を1978年に水槽設備や研究室を備えたマリモ展示観察センターとして開設するにあたり、従前無料だった料金を有料化して原資にあてることとした（表1-1）。その結果、それまで国や道の予算が入っていたマリモの保護・研究事業は、これ以降、阿寒町が自主財源をもって取り組む体制に替わり、国や

道の事業への関与が少なくなる背景ともなったと考えられる。

表 1-1. チュウルイ島マリモ展示観察センター設立・運営の経緯

年		内容
1961	昭和 36	観光遊覧船のマリモ生育地（チュウルイ）乗り入れの自主規制に伴い、近くのチュウルイ島に観覧池を設けてマリモの供覧を始める（無料）
1978	昭和 53	観覧池では直射日光がマリモに当たるなどの問題があったため、阿寒町がチュウルイ島に屋内に水槽設備や研究室を備えたマリモ展示観察センターを開設（有料化、大人 100 円、小中学生 60 円）
1982	昭和 57	施設観覧料金を改定（大人 200 円。小中学生 100 円）
1996	平成 8	施設の老朽化により大型水槽等を設置するなど展示観察センターを全面改修し、施設観覧料金を改定（大人 400 円、小中学生 200 円）

こうした取り組みと平行して、阿寒湖では 1975 年から公共下水道の建設に着手するなど湖水浄化対策に取り組みつつあったが、湖の環境悪化がさらに深刻化したことから、1985 年から 1986 年にかけて再度マリモの生育状況を調査したところ（第 2 次総合調査）、前回調査から 12 年の間に球状マリモが 4 割近く減少していることが判明した。以後、北海道大学に原因究明と対策検討の調査を継続して委託したものの、大きな進展はなく、1990 年に特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会設立 40 周年を記念して開催されたシンポジウムにおいて発せられた「危機的な状況に置かれているマリモを救うために、抜本的な研究体制の整備が必要」との提言を受けて、阿寒町教育委員会は独自に研究職員を配置することとした。

1991 年に研究職員（学芸員）が着任すると、外部への委託研究は同年をもって終了し、研究課題に即して当該分野の専門家の協力を求めるプロジェクト研究を進める方針で取り組んだ結果、1993 年までにマリモの減少メカニズムが解明され、1997 年にはマリモ糸状体の促成栽培技術の開発で特許を取得するなどの進捗が見られた。その一方で、マリモの保全対策を実効的なものとするためには指定文化財（阿寒湖のマリモ）の枠に囚われず生物としてのマリモに関する知見の蓄積が不可欠との判断から、阿寒町教育委員会および北海道教育委員会の支援を受けて研究者の任意団体である「阿寒マリモ自然誌研究会（初代会長は横浜康継筑波大学教授）」を 1993 年に発足させ、民間等の外的な資金を得て国内外の湖沼調査を進めた。その中で従来の学説では説明できない事例が多々得られたため、1995 年から 1997 年にかけて第 3 次総合調査を実施し、阿寒湖におけるマリモの生物学的な実態を抜本的に見直した結果、従前の知見の大半が書き換えられることとなった。

さらに、1999年には海外の大学や研究機関との共同研究が始まり、2002年には改築された環境省所管の阿寒湖畔エコミュージアムセンターに阿寒町立のマリモ研究室が併設され、世界的な水準でマリモの調査研究と教育普及に取り組む体制が整った。こうして蓄積・整備された研究情報は、2005年に阿寒湖がラムサール条約の登録湖沼に指定される際に活用され、また環境省が2004年度から2006年度にかけて実施した「阿寒湖の水環境と水生生物の保全・管理手法に関する検討調査（管理方針検討調査）」では、マリモ研究室学芸職員がアドバイザーを務めるなど、様々な成果が上がるようになった。

2. マリモ保護管理計画の構想

2005年に釧路市・阿寒町・音別町が合併して新釧路市が誕生すると、市政におけるマリモ保護研究の位置づけや保全活動を含めた諸事業の将来計画を改めて捉え直す必要に迫られるようになった。このため、釧路市教育委員会では2006年から2007年の2か年にわたり、有識者ならびに環境省や文化庁、北海道教育庁の担当者にも参加頂いて検討会「特別天然記念物『阿寒湖のマリモ』消失個体群復元のための予備的検討調査」を実施した。参加者は以下の通りである（所属や役職は当時）。

表 1-2. 特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」消失個体群復元のための予備的検討調査 参加者名簿（五十音順）

氏名	所属	役職
中村圭吾	独立行政法人土木研究所 水環境研究グループ河川生態チーム	主任研究員
中嶋信美	独立行政法人国立環境研究所 生物圏環境研究領域生態遺伝研究室	室長
山田浩之	北海道大学大学院農学研究院 環境資源学部門地域環境学分野 農林環境情報学研究室	助手
本間 暁	文化庁文化財部記念物課	文化財調査官
田才雅彦	北海道教育庁生涯学習推進局文化・ スポーツ課文化財保護グループ	主査
長田 啓	環境省釧路自然環境事務所	国立公園企画官
戸田知美	環境省阿寒湖自然保護官事務所	自然保護官
若菜 勇	釧路市教育委員会マリモ研究室	課長補佐（学芸員）

その結果、関係機関が情報と課題を共有してマリモ関連の調査研究や保全事業の展開を図ることができるよう、協議会的な組織の必要性を指摘するとともに、包括的な課題解決を目指す枠組みとして、保全対策の基本計画となる「マリモ保護管理計画」を策定する必要があるとの認識で一致した。

3. マリモ保護管理計画の策定に向けて

上記提言を踏まえ、釧路市教育委員会では2008年に環境省の「生物多様性保全推進支援事業」を申請し、この採択を受けて2009年に釧路市、釧路市教育委員会、北海道等の関係行政機関の他、地元の特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会など22の団体・組織・法人からなる「阿寒湖のマリモ保全対策協議会」を設立した。同協議会では同年から3か年にわたり「マリモの保護育成試験」など諸事業に取り組む一方、専門家・有識者等5名からなる科学委員会として「阿寒湖のマリモ保全対策検討委員会」を設け、本「マリモ保護管理計画」について検討協議を行うこととなった。同委員会の構成は以下の通りである。

表 1-3. 阿寒湖のマリモ保全対策検討委員会 委員構成（五十音順）

氏 名	所属及び職名	専門分野
石川 靖	北海道立総合研究機構環境・地質研究本部 環境科学研究センター自然環境部主査	湖沼学・ 水環境の保全
大原 雅	北海道大学大学院地球環境科学研究院教授	保全生態学
佐藤 謙 (委員長)	北海学園大学工学部教授・ 北海道自然保護協会会長	希少野生植物 の保護管理
中瀬浩太	五洋建設株式会社環境事業部部長	水文・水理学
若菜 勇 (事務局兼任)	釧路市教育委員会マリモ研究室学芸員	マリモの生態

表 1-4. 行政による主な阿寒湖のマリモの保護・研究・普及事業

年		事業目的	事業内容	実施関係機関と 事業費（万円）
1950～1952	昭和 25～27	濁水によるマリモ暴露の被害調査	被害実態のほか、マリモの生態を総合的に調査（北大館脇教授）	北海道及び北海道電力（事業費不明）
1952	昭和 27	マリモの保護と活用の推進	特別天然記念物に指定	
1956	昭和 31	マリモの盗採の防止等	チュウレイにマリモ監視舎を設置	阿寒町(21)・国(20)
1956～1957	昭和 31～32	マリモの盗採の防止等	監視人を配置	町(90)以降継続
1957～1960	昭和 32～35	阿寒湖全域におけるマリモの分布状況調査、マリモの打ち上げ調査、移植など	生育状況調査（北大山田教授）	町(33)・道教委(20)
1958	昭和 33	マリモ打ち上げの防止	チュウレイ湾にヨシを移植	町(8)・国(75)
1958	昭和 33	マリモ打ち上げの防止	マリモ打ち上げ防止網の設置	町(8)・国(75)
1961	昭和 36	マリモの教育・普及	チュウレイ島展示施設（観覧池）の開設	
1961～1962	昭和 36～37	マリモ打ち上げの防止	チュウレイ湖岸に打ち上げ防止堤を設置	町(265)・国(265)
1966	昭和 41	マリモ打ち上げの防止	打ち上げ防止堤の追加延長	町(228)・国(227)
1971	昭和 46		環境庁が発足し、1975 年から天然記念物の保護増殖事業を所管	
1972～1975	昭和 47～50	マリモの分布・生育状況調査	第 1 次総合調査（北大黒木教授）	町(65)・道(65)・国(130)
1978	昭和 53	マリモの教育・普及	チュウレイ島マリモ展示観察センター開設、入館料収入をマリモ保護育成事業の原資化	町(11,000)
1978	昭和 53	マリモ打ち上げの防止	破損による打ち上げ防止堤の一部撤去	町(事業費不明)

1985～1986	昭和 60～61	マリモの分布・生育状況調査	第 2 次総合調査（北大黒木教授）	町（1,000）
1988～1991	昭和 63～平成 3	マリモの生育状況・生育環境調査	生育状況調査（北大吉田教授）	町（2,000）
1991	平成 3	マリモ研究の推進	阿寒町教委にマリモ専門学芸員を配置	
1995	平成 7	マリモの教育・普及	チュウレイ島マリモ展示観察センター改修	町（46,700）
1995～1997	平成 7～9	マリモの分布・生育状況、生育環境調査	第 3 次総合調査（阿寒町教委）	町（1,500）・民間（940）
1998	平成 10	マリモの教育・普及	阿寒湖のマリモ発見・命名記念 100 周年記念事業	町（500）
1998～2000	平成 10～12	マリモ研究備品の整備	道地域政策補助金	道（650）
2000～2001	平成 12～13	打ち上げ防止堤の是非および改修・撤去の方針検討	マリモ打ち上げ防止堤の現況及び機能調査	町（90）
2004～2006	平成 16～18	阿寒湖の環境に関する現状と問題点を把握	国立公園の管理手法に関する検討調査（環境省）	国（財団法人自然公園財団に業務委託）
2006～2007	平成 18～19	マリモ保全研究の現状の整理、保全対策の基本方針検討	特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」消失個体群復元のための予備的検討調査	釧路市（130）
2007	平成 19	マリモの盗採防止対策	シンポジウム開催、赤外線感応カメラの設置等	市（32）
2009	平成 21	マリモ保全対策の具体化と推進（3 年）	マリモ保護育成試験など（環境省生物多様性保全推進支援事業によるマリモ保護管理事業）	国（205）・市（142）・民間（23）
2010	平成 22	同上	同上	国（530）・市（478）・民間（7）

第2章 マリモ保護管理計画策定の目的

球状の集合を形成することで知られる阿寒湖のマリモは、1898年に初めてその存在が学会に報じられ、「毬藻」という和名を与えられた。以来、マリモはその形態の珍奇さから学術的にも社会的にも注目を集め、1921年には天然記念物（1952年から特別天然記念物）に、また1997年には環境省の「植物版レッドリスト」で絶滅危惧Ⅰ類に指定され、保護と活用が図られてきた。

阿寒湖でマリモが発見された当時、湖とその周辺域にはほとんど人為が加えられたことのない自然が広がり、マリモが発見されたシュリコマベツを初め、大崎・チュウルイ・キネタンペの4か所で球状集合の群生が知られていた。しかし、20世紀初頭から集水域における森林伐採や阿寒湖の水資源を利用した電源開発が始まると、間をおかずしてシュリコマベツと大崎の群生地が流入した土砂によって埋没したり、あるいは湖水面の低下によって干上がったりするなどして消滅し、北部のチュウルイおよびキネタンペを残すだけとなった（図2-1）。このため、マリモが絶滅してしまうのではないかと懸念が早くから持たれ、マリモの保護を最終目標とした様々な調査研究が進められた。

その中で、生物としてのマリモは北半球の高緯度地方に広く分布するものの、球状のマリモを産する湖沼は数えるほどしかないことが明らかとなり、そのうち球状のマリモが群生し、しかも30cmを超える大きさにまで育つ湖は、世界でただ一つ、阿寒湖しかないことが確認されている。さらに、球状のマリモは湖水汚濁や湖岸改変といった環境の変化によって容易に減少さらには消失してしまうため、世界的に見ると過去に生育が知られながら現存していない湖沼がほとんどであり、阿寒湖は幾度なく残存の危機を乗り越えつつ球状のマリモが生き延びてきた湖としても極めて希な存在となっている。

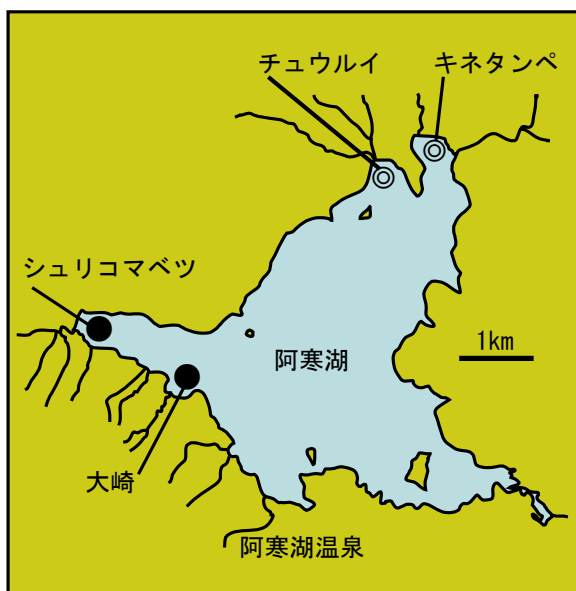


図2-1. 阿寒湖における球状マリモの分布域（◎：現存している水域，●：20世紀前半の開発行為によって消滅した水域）。

マリモ衰退の経過と対策の現状

20 世紀前半にマリモ群生地が半減した主な原因は、上述したように森林伐採や電源開発にあったと言われるが、20 世紀後半に入ると湖水の富栄養化が急激に進んで植物プランクトンが過増殖する「水の華」の発生が常態化するようになり、同時期、残されたマリモ群生地で球状集合の数が著しく減少している事態が明らかになった。「水の華」の発生は漁業や観光にとっても大きな問題であったため、1980 年前後に公共下水道の敷設や阿寒湖温泉街付近の湖底に堆積したヘドロの浚渫といった湖水浄化対策が行われた結果、近年では水質が改善される傾向にあるものの、マリモの生育状況が回復する兆は未だ認められていない。

また、残存するマリモ群生地の一つであるチュウルイでは、風波によって大量のマリモが湖岸に打ち上げられることがあるため、1960 年代に岸辺に堤防をめぐらしてマリモを浅瀬に近づけない対策が実施され、堤防の一部は現在も残されたままとなっている。さらにこれと前後して、湖水面の低下によってマリモが露出する被害を防止すべく、湖の水位を高く保つ対策も取られてきたが、こうした措置が果たしてマリモの保全に役立っているのか、具体的な評価は先送りされたままになっている。

これ以外にも、マリモを他湖あるいは湖内の別所に移植して増殖しようとする試みなど様々な対策が取られてきたものの、マリモに関する生物学的な知見が不足していたため、結果的に恣意的あるいは試行錯誤的な対策がくり返されることとなり、これまで見るべき成果をほとんどあげていないのが現状である。

加えて、マリモの減少に直結する行為として、違法な採取が古くから絶えないことも大きな問題となってきた。この対策として 1957 年からマリモ監視人を配置するなどして対処してきたところ、近年では沈静化したものと受け止められていたが、2006 年にマリモの盗採事件が再発し、今日なお楽観視できない状況にあることが改めて明らかになった。このように、古くから指摘・懸念されてきたマリモ絶滅の可能性は、今なお解消しておらず、抜本的な保護対策の確立が急務となっている。

特定外来生物による新たな問題の発生

他方、阿寒湖では水産振興を目的として、後に主要産品となるワカサギを始め、スジエビやフナ、ニジマスといった、本来、阿寒湖に生息していなかった水産動物が逐次導入され、魚類相を大きく変化させて今日に至っている。こうした水産資源の導入とは別に、1970 年代に北アメリカ原産のウチダザリガニが持ち込まれ、湖の全域に分布するまでになった。近年、阿寒湖ではニホンザリガニ・マルタニシ・モノアラガイといった在来の大型底生動物が消失し、その原因としてウチダザリガニによる捕食の可能性が指摘されている。また、ウチダザリガニは球状のマリモを壊して巣穴として利用する他、餌として摂食している事実も明らかになっている。同種は 2006 年に外来生物法に基づいて特定外来生物に指定されたが、マリモを初めとする阿寒湖の在来生物を保全し、阿

寒湖の生物多様性を維持して行くために、ウチダザリガニの管理ならびに防除は避けて通れない新たな課題となっている。

マリモ保護管理体制の現状と課題

従前、マリモの保護と活用については、当該文化財の管理団体である釧路市および釧路市教育委員会、ならびに地元住民からなる特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会が中心となって、調査研究や普及啓発に努めてきた。また、2006年から根釧西部森林管理署と当時の阿寒町（現釧路市）との間に「阿寒湖のマリモと水資源林の保全に関する森林整備協定」が結ばれ、阿寒湖集水域の森林保全に関する取り組みも進んでいる。

一方、再発したマリモの盗採事案については、2006年に関係機関からなる「マリモ盗採防止対策連絡会議」を立ち上げ、さらに2009年にはこれを発展的に解消して財団法人前田一步園財団・NPO法人阿寒観光協会まちづくり推進機構・特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会を始め、釧路市および釧路市教育委員会、北海道釧路総合振興局など22の団体・機関・法人からなる「阿寒湖のマリモ保全対策協議会」を設立して種々の対策を実施してきたところである。

しかしながら、マリモの保護については、上述したように、地域や関係機関が連携・協力して取り組まなくてはならない課題が山積しており、その一方で、マリモへの学術的な理解と一般の関心が深まるにつれ、マリモ生育地における学習・観察機会の拡大への要望が高まりを見せるなど、これまでのような生育地への立ち入り禁止を基本とする保護対策だけでは対応しきれなくなっているのもまた現状である。

マリモ保護管理計画の必要性

抜本的・総合的なマリモ保全対策の確立が求められているこれらの現状を踏まえ、これまでのマリモ調査研究事業で蓄積された科学的な知見を基礎として本「マリモ保護管理計画」を策定することによって、マリモと阿寒湖の自然をより良い形で未来に引き継いで行くとともに、適正かつ実効的な保護管理を円滑かつ継続的に実施して行くための目標を提示し、この具現化に向けた保全・管理・活用に関わる各種事業の推進や展開について基本的な方針を示すこととした。

第3章 マリモを育む阿寒湖周辺の自然と社会

1. 阿寒湖集水域の自然概況

(1) 位置

阿寒湖は、北海道東部、北緯 $43^{\circ} 25' 39'' \sim 43^{\circ} 28' 36''$ 、東経 $144^{\circ} 03' 46'' \sim 144^{\circ} 08' 36''$ (湖心部は北緯 $43^{\circ} 27'$ 、東経 $144^{\circ} 06'$) に位置する。この湖は、次項で述べるように、長径 24 km、短径 13 km に及ぶ阿寒カルデラの西側に形成された堰止め湖であり、その面積は 13.0 km² とそう大きなものではないが、集水域はカルデラの北部および西部を含んで 161.3 km² に及んでいる。阿寒湖のマリモ保全を考えるためには、この集水域を一つの生態系として検討対象としている。

この集水域は、北の木檜岳 (標高 994.8 m) や阿幌岳 (978 m)、東の 979 m 峰や双湖台 (760 m)、南のフレベツ岳 (1097.6 m)、そして西のフップシ岳 (1225.5 m) や釧北峠 (630 m) などに取り囲まれた阿寒カルデラに当たる。阿寒カルデラは、カルデラ中央に噴出した雄阿寒岳 (1371.2 m) の溶岩流によって分断され、流入する河川が堰止められて湛水した結果、阿寒湖のほか、雄阿寒岳の北および東に阿寒湖の上流にあたるパンケトーとペンケトーが、南にはヒョウタン沼・ジュンサイ沼・太郎湖・次郎湖がそれぞれ連なるように形成されている。

(2) 地質・地形等

本節では勝井 (1994) の総説を中心に、阿寒湖の形成史と周辺の地質・地形学的特性を概説する。

阿寒から屈斜路、知床半島にかけて長さ 140 km にわたる阿寒・知床火山列は、多くが第四紀に形成された成層火山から構成される。この火山列の南西部に位置する阿寒・屈斜路火山群は、阿寒・屈斜路・アトサヌプリ (硫黄山)・摩周といったカルデラの発達によって特徴づけられ、現在でも活発な噴火・噴気活動や温泉の湧出が認められるとともに、カルデラ周辺には広大な火砕流台地や火山灰地が広がっている。これらのカルデラの内側には、後カルデラ火山となる成層火山や溶岩円頂丘が形成され、あるいは湛水してカルデラ湖や堰止め湖が形成されるなど、複雑な火山地形を呈している。

阿寒カルデラは、阿寒・屈斜路火山群の最も西に位置し、北東方向に 24 km、南西方向に 13 km、面積 244 km² の楕円形をした火山性盆地である。盆地底の標高は約 400 m、カルデラ壁は標高 600~1,000 m の高さを持ち、やや浸食が進んでいる。阿寒湖から発する阿寒川は、南部のカルデラ壁を削って河谷を形成し、約 50 km 先で太平洋に注いでいる。

1) 阿寒湖周辺の地質・地形学的特性

阿寒湖周辺では、次の順序で、地質・地形学的なイベントが生じてきたことが知られ

ている。すなわち、①古阿寒火山、②阿寒カルデラと古阿寒湖の形成、③阿寒カルデラ南西部における噴火活動、④周辺の降下火砕堆積物、⑤雄阿寒岳の噴火と阿寒湖の形成、の順序である。

①古阿寒火山

阿寒カルデラの外輪山をつくる北部の木禽岳や釧北峠、南部のカルデラ壁には古い溶岩や火砕物が認められる。これらは、新第三系（2,303～258 万年前までの地質）を基盤とした更新世前期（258～180 万年前）の火山噴出物、あるいは最近の K-Ar 測定によると新第三紀の末（282 万年前の鮮新世）に噴出した古い成層火山（古阿寒火山）の名残と考えられている。

②阿寒カルデラと古阿寒湖の形成

数百万年前に噴出した古阿寒火山は、第四紀更新世中期（78～13 万年前）になると大量のマグマを大規模な降下火災物・火砕流として多数回噴出させ、阿寒カルデラが形成された。阿寒カルデラの形成時期は、カルデラの内部にその北東側に隣接する屈斜路湖カルデラ起源の火砕流が流入・堆積していることから、屈斜路カルデラよりも古い時代と見なされ（勝井 1989、和田・勝井 1990）、岡崎（1966）は 20 万年ほど前と推定している。また、中川（2007）は、カルデラの形成は 15 万年前の巨大噴火によって始まり、その後も何度となくくり返された大噴火によって南西―北東方向に伸びた楕円形のカルデラが形成されたこと、すなわち阿寒カルデラは単独ではなく、複数のカルデラの集合体であると述べている。従って、中川（2007）は、カルデラの形成時期を十数万年前と表している。

③阿寒カルデラ南西部における噴火活動

阿寒カルデラの形成後、カルデラ南西側で 17 万年前にフレベツ岳が噴出し、さらに円錐形の成層火山であるフップシ岳が 7 万年前に誕生した。

さらにその南側では、約 2 万年前から多数の火山体の集合となる雌阿寒岳の活動が始まった。まず、初期の噴火によって南岳が、次いで雌阿寒岳本体の中マチネシリが生じた。中マチネシリは更新世末期の約 13,000 年前に大規模な噴火を起こし、この噴火によって山頂部が崩壊して直径 1.1 km の外輪山を形成するとともに、内部に溶岩円頂丘が生じた（和田・勝井 1990）。

引き続き、南西山腹から溶岩が噴出して西山が形成され、さらにその南から溶岩と火砕流が噴出して雌阿寒岳の最高峰となるポンマチネシリができた。ポンマチネシリの山頂には、直径 400～500 m の二つの接合した火口がある。また同時期、現在の北山から北斜面に向けて溶岩が流下している。ポンマチネシリの南麓には、2,000 年前よりやや古い時代に阿寒富士が噴出し、活動は 800～700 年前まで続いた。現在、阿寒富士西麓

の湯の滝では、酸化マンガンを含む温泉が湧出してマンガン鉱床を生成しており、国の天然記念物「オンネト一湯の滝マンガン酸化物生成地」に指定されている。

なお、活発な噴気活動が続く中マチネシリ火口の周辺では、明治時代からしばしば硫黄の採取が行われてきた。また、ポンマチネシリは、1955～1956年に爆発的な噴火を起こしており、南東側の浅い火口の南壁近くに、この噴火で生じた小さな爆裂火口が残されている（勝井 1989）。ポンマチネシリでは現在でも強い噴気活動が続き、しばしば火山灰を噴出する噴火も起こっている。

④周辺の降下火砕堆積物

阿寒湖畔の土壌には、数層の火山灰層が確認されており、雌阿寒岳起源の降下火砕堆積物（Me）ならびに摩周火山起源火山灰（Ma）と考えられ、降下年代は下表のように推定されていた。このうち、Ma-a および Me-a2 は、ともに細粒の灰白色ガラス片を主成分とした火山灰である（表 3-1）。

しかし、後の調査によって、摩周火山起源とされていた Ma-a がカムイヌプリ（摩周岳）の火口底にも周辺と同様に薄く堆積していることが分かり、その起源は別（おそらくは北海道南西部の火山）にあると考えられている。

さらに、近年のテフラ（火山灰や火砕流などの火山砕屑物・降下火砕堆積物）の研究から、北海道東部には駒ヶ岳（Ko-c1; 1856年）、樽前山（Ta-a; 1739年）、駒ヶ岳（Ko-c2; 1640年）の火山灰が広く分布していることが判明し、Ta-a は Me-a1 に Ko-c2 は Me-a2 に相当するとの研究結果が報告されている（和田・勝井 1990）。しかし、その場合 Ko-c1 がどの層序に対応するのかを説明できず、問題を残している。

表 3-1. 阿寒湖畔で確認されている降下火砕堆積物

層序	層厚 (cm)	推定年代 (基準は 1955 年)	近年の見解
雌阿寒 Me-a1	5	190 年前	樽前 Ta-a (1739 年)
摩周 Ma-a	5	200 年前	
雌阿寒 Me-a2	5	220 年前	駒ヶ岳 Ko-c2 (1640 年)
雌阿寒 Me-a3	15	500 年前、もしくは 800～ 700 年前	
雌阿寒 Me-b	15	2000～700 年前	

一方で最近、阿寒湖の湖底に堆積する火山灰の分析が行われ、阿寒湖西部のシュリコマベツ湾で湖底深度約 100 cm まで柱状採取された土砂において、いずれも灰白色の火山灰が 2 層確認されている。火山ガラスの形態および屈折率から、下層の火山灰は駒ヶ

岳由来のテフラ (Ko-c2; 1694) と同定された (環境省自然環境局 2007)。上層の火山灰については、同じ火山灰が再堆積したのではないかと推測されていたが、同様の資料について Pb-210 および Cs-137 の分析結果から堆積年代を推定したところ、上層の火山灰は 1688~1769 年に、下層の火山灰は 1509~1599 年に堆積したと考えられる結果が得られ、上層が樽前山 (Ta-a; 1739 年)、下層が駒ヶ岳 (Ko-c2; 1694) ではないかと考えられている (阿寒湖のマリモ保全対策協議会・いであ株式会社 2011)。

⑤雄阿寒岳の噴火と阿寒湖の形成

阿寒湖の周辺、ことに南岸や阿寒川付近には標高 440m 内外の平坦面が断続的に繋がっており、これは湖岸段丘と考えられ、過去に阿寒湖の水位が高かったことを示唆している。堀江 (1954 in 岡崎 1966) は、阿寒湖温泉街ならびに雄阿寒岳南麓の雄阿寒温泉付近で、阿寒湖にも生育する淡水生の珪藻メロシラ・イタリカを堆積物中に確認して、この考えを裏付けるとともに、当時の湖 (古阿寒湖とよばれる) は南のピリカネツプあたりまで広がる大きな湖面を有していたことを明らかにした。

その後、佐藤 (1965 in 岡崎 1966) は、この湖底堆積層 (古阿寒湖層とよばれる) の上に、下から順に雄阿寒岳の噴出物ならびに摩周火山の軽石、雌阿寒火山の火山灰が乗っていることを明らかにするとともに、現在の阿寒湖の周辺の段丘には雌阿寒火山の火山灰しか確認されないことから、湖側の浅所では、かつてあった下部の噴出物や軽石が湖水によって浸食された可能性を提示した。

2) 阿寒湖の形成史

前項に示した知見を元に、現在の阿寒湖 (新阿寒湖とよばれる) は、次のような過程を経て形成されたものと考えられている (岡崎 1966)。

①古阿寒湖の時代

上述した阿寒カルデラに生じた「古阿寒湖」は、カルデラの南西部における噴火活動が活発化するとフレベツ岳 (17 万年前) やフップシ岳 (7 万年前) の噴出による溶岩の流入によって湖が一部埋められた。やがてピリカネツプのあたりで外輪山が破れて湖底面が低下し、湖底が露わになった。一方、フレベツ火山の溶岩が各所で河川の流れを堰き止め、南部に小さな堰止め湖をつくった。例えば、白水川上流の標高 640m 前後には、湖沼生の珪藻を含む「新期湖成層」が見いだされている。

②前阿寒湖の時代

次いで、12,000~13,000 年前に阿寒カルデラの中央やや東寄りから雄阿寒岳の噴火が始まり、基底溶岩の流出によって現在の滝口付近が堰き止められ、湛水して「前阿寒

湖」が形成された。この時の湖水面は現在よりも 20 m ほど高く、古阿寒湖と同じレベルにあった。

③新阿寒湖の時代

雄阿寒岳の噴火はなおも続き、約 12,000 年前に大量の溶岩を噴出して大きな成層火山を生じ、東側に流れた溶岩によって「前阿寒湖」が堰き止められてパンケトーが分断され、さらに地盤が隆起してペンケトーが分かれた。こうして現在の「新阿寒湖」を含む阿寒湖群が形成された。なお、雄阿寒岳の山頂には、この噴火の最後に生成した小型の溶岩円頂丘が見られ（和田・勝井 1990）、また北中腹の標高 800 m 付近では近年まで微弱な噴気が認められている（岡崎 1966）。

阿寒湖周辺には、現在の湖面（標高 420 m）からの比高 15~20 m の高位および 5~10 m の低位に二つの湖岸段丘が認められるが、岡崎（1966）は、前阿寒湖の生成後、古阿寒湖とほぼ同じ高位の湖水面を有していた時期に南部の滝口が破れ、湖水面が低下したのち、雄阿寒岳の本体を形成した際の噴火によって再度、堰き止められ低位の水位に達したとの考えを示している。従って、阿寒湖ではこれ以降、再度の湖水面低下が起こって現在のレベル（標高 420 m）に達したことになる。

3) 噴気活動と温泉

阿寒カルデラ内および雌阿寒岳周辺では、地熱活動が活発で、多くの噴気地帯（噴気孔原）があり、温泉も 14 か所で湧出が確認されている（岡崎 1966）。温泉は、阿寒カルデラの南西から北東に向けて並ぶ雌阿寒岳ーフレベツ岳ー雄阿寒岳の火山列に沿って分布するのが特徴である（勝井 1994）。泉質は、雌阿寒温泉が弱酸性の硫化水素泉であるのに対して、阿寒湖畔が弱アルカリー単純泉、雄阿寒温泉が中性ー単純泉であるなど多様性に富み、地下構造の違いや水の起源・循環の様態の違いによるものと考えられている。また、噴気孔原では、カヤツリスゲやナガイモといった南方要素が見られるなど（舘脇 in 佐藤 1994a）、温暖期の生き残りである南方要素が出現し、局地的に特異な植物相が認められる（佐藤 1994b）。

(3) 気候

阿寒湖畔では 1978 年以降、地域気象観測システム（AMeDAS）によって、降水量・風向・風速・気温・日照時間・積雪深が自動観測されている。このデータをもとに、秋田谷ら（1994）は阿寒湖周辺の気候特性を次のようにまとめている。

1) 気温

阿寒湖畔は、積算寒度（11 月から 3 月までの日平均気温が 0℃以下の値を加算した

数値) が 1200°C・日を超え、北見地方の陸別とともに日本の厳寒地域となっている。年間の平均気温は 3.9°C (北海道環境科学研究センター環境科学部地域環境科 2005)。月平均気温は、1~2月に平均-10°Cに達し、8月には平均 20°C近くまで上昇する。また、1957年以降に観測された阿寒湖畔における気温の経年変化は、年平均気温の変動幅が 3°Cで、沿岸の釧路のそれ (2°C以内) より大きく、低温傾向の年と高温傾向の年の差が著しい。

2) 降水量

年間の平均降水量は約 1200 mm である (北海道環境科学研究センター環境科学部地域環境科 2005)。降水量の月平均では、6月と 9~10月に 2つのピークが認められ、こうした傾向は周辺の川湯・弟子屈・釧路と同じである。6月のピークは、いわゆる「蝦夷梅雨」によるもので、9~10月の降水のピークは主に台風ならびに温帯低気圧によってもたらされる。冬季は、シベリア高気圧の吹き出しに対して、北海道中央部の山岳地帯の風下にあたる道東地区は比較的乾燥した気候となり降水量も少なくなるが、阿寒湖畔を含む標高の高い地域ではしばしば積雪が 100 cm を超える場合がある。

3) 日照時間

阿寒湖畔における年間の日照時間 (各月の総日照時間の平均値) は、3月から7月にかけてピークがあり、周辺の釧路・弟子屈・川湯と比較して年間の値が小さいが、夏期の 6~8月にはこれらの地域を上回っている。これは、阿寒湖が内陸にあつて海霧の影響を受けにくいためである。

4) 最大積雪深

冬季の最大積雪は 100 cm を超え、道東地域の多くが 50~100 cm であるのに対して多雪である。最大積雪深の過去 30年間の月ごとの平均値は、釧路・弟子屈・川湯・阿寒湖畔の順に大きく、内陸に位置するほど多雪となる傾向が認められる。根雪の期間は通常 12月から3月までで、11月や4月にも積雪がある。3月に最大積雪深に達する。最大積雪深の経年変化は、年変動が非常に激しく、道東沖を通過する発達した低気圧がもたらす大雪によって積雪量が 200 cm を超える年もある。

(4) 生物相

阿寒湖周辺の生物相の全体像について、前田一步園財団によって調査と既知資料の取りまとめがなされている (財団法人前田一步園財団編 1994)。

1) 哺乳類

哺乳類は、近藤ら (1994) によって、阿寒国立公園地域で 6目 9科 24種が報告され

ている。クロテンは阿寒湖周辺で生息密度が高く、同地域を代表する動物の一つである。また、エゾシカの生息密度も高く、各所で生息が確認されている。外来種であるミンクは水系を中心として生息密度が高く、阿寒湖周辺では西岸を除く湖岸域に広く分布していることが最近の調査で確認されている（車田 2010）。

2) 鳥類

鳥類としては、橋本（1987）が阿寒湖とその周辺で 77 種を記録しており、このうち湖沼や河川を生息地とする種類として、アオサギ・オシドリ・マガモ・カワアイサ・ミサゴ・ヤマセミ・カワガラス・セキレイ類が知られているが、数は多くない。藤巻・黒沢（1994）は、阿寒湖に近いヒョウタン沼で水鳥類が多かった観察結果から、水鳥の飛来に湖沼の水深や湖岸の植生が関与しているのではないかと指摘している。また、阿寒湖に流入する最大河川であるイベシベツ川の河口では、オオハクチョウが越冬することが知られており（橋本 1987）、さらに北海道公害防止研究所（1990）は、これ以外にヒシクイ、コガモ、ヒドリガモ、ホシハジロ、オナガガモを報じている。

3) 両生類・爬虫類

両生類および爬虫類としては、阿寒湖周辺で 4 属 6 種が報告されており（近藤・阿部 1994）、阿寒湖畔のボッケで生息が確認されるトカゲについては、地熱の高い環境に集中する傾向が指摘されている。

4) 魚類

パンケトーとペンケトーを含む阿寒湖周辺の魚類については、阿寒湖が原産といわれるヒメマスを含め、既存種 12 種が報告されている（黒萩 1994）。

ヒメマスはベニザケが陸封されたもので、黒萩（1994）によると、ヒメマスが阿寒湖に侵入・定着したのは、現在よりやや寒冷な 3,000～2,000 年前であった。漁業資源としてのヒメマスの利用は早くから注目され、1893 年には阿寒湖から支笏湖に移植・放流する事業が始まっている。その後、1921 年までに北海道内外の 20 湖に移植されるまでになったが、阿寒湖では乱獲の結果、資源が極度に減少した（阿寒町史編纂委員会編 1986、元田 1950）。

一方、1928～1930 年にかけて洞爺湖・網走湖・濤沸湖から移入されたワカサギは（表 3-2）、阿寒湖に定着し重要な漁業資源となった。1932 年以降、ワカサギの漁獲量はほぼ一貫して年あたり 60 t 以上を維持していたが、近年になって漁獲量の低下が顕著になっている（北海道環境科学研究センター環境科学部地域環境科 2005、環境省自然環境局 2007）。

この他、内水面業を目的として阿寒湖および周辺湖沼に導入された外来性魚類等の種類とその時期は、下表にまとめた通りである。

表 3-2. 阿寒湖における内水面漁業による外来性魚類等の導入経過

年	事項	文献
1928 (昭 3)	洞爺湖からワカサギ卵を移植	黒萩 1994
〃	洞爺湖からヒメマス卵を移植	五十嵐ら 2000
〃	択捉島ウルモベツからベニザケ卵移植	五十嵐ら 2000
〃	網走湖からスジエビを移植	黒萩 1994
1929 (昭 4)	十和田湖からヒメマス卵を移植	五十嵐ら 2000
〃	網走湖からワカサギ卵を移植	五十嵐ら 2000
1930 (昭 5)	濤沸湖からワカサギ卵を移植	阿寒町史 1966
1934 (昭 9)	琵琶湖からゲンゴロウブナを移植	阿寒町史 1966
1936 (昭 11)	濤沸湖からカワエビを移植	阿寒町史 1966
1937 (昭 12)	パンケトーにヒメマス放流	阿寒町史 1966
1942 (昭 17)	網走湖からハゼを移植	阿寒町史 1966
1970 年代	ウチダザリガニを移入	若菜ら 2010
1993 (平 5)	ウチダザリガニに漁業権を設定し年 3~4 t を漁獲	若菜ら 2010

5) 底生動物

倉西・久原 (1994) は、阿寒湖・パンケトー流域、ならびに阿寒川流域における底生動物として、ヘン形動物門 1 目 1 科 3 種、線形動物門 1 種、軟体動物門腹足綱 2 目 3 科 4 種、同二枚貝綱 1 目 1 科 1 種、環形動物門ミミズ綱 3 目 5 科 11 種、同ヒル綱 1 種、節足動物門軟体綱 3 目 3 科 3 種、同昆虫綱 7 目 193 種を報告している。

また、Sasaki (1934) は阿寒湖において 4 種類のカイメンを記載し、そのうち 1 種を新種のアカンコカイメンとして報告した。これ以外にも、ミズシタダミの新亜種 (Miyadi 1935)、ならびにマメシジミの新亜種 (Mori 1938) が報じられている。また、Sasa and Kamimura (1987) によると、阿寒湖産ユスリカは 8 属 17 種に分類され、そのうち 3 種が新種、4 種が日本新産であったという。

阿寒湖における底生動物の生息状況については、北川 (1975) が、1930 年代には湖心部まで分布していたユスリカ数種、イトミミズ、フサカ、マメシジミが、1973 年に実施された調査では水深 30 m 以深でほとんど確認されず、また水深 15 m 以浅の沿岸部に多かった貝類も少なくなり、オオユスリカを含むユスリカ類とイトミミズが大半を占めるようになったと報じている。

一方、このような変化の原因について、伊藤・宇野 (1980) は、1975 年および 1979 年に行った調査で、湖底の約半分を占める水深 20 m 以深には底生動物がほとんど生息しておらず、底質の強熱減量・COD・有機炭素・全窒素など有機物含量がわが国の富

栄養湖の底質の 1.2~1.5 倍高いレベルにあると報じた。このことから、富栄養化の進行によって底質と動物相が変化したものと考察されている。

同様の傾向は、Yasuno and Sugaya (1987) も確認しており、阿寒湖では 8 種類のユスリカ幼虫を採取できたものの、生息密度は水深 17 m で最も高く、26 m 以深では何も採取できなかつたと報じている。彼らはユスリカとイトミミズの現存量が他の多くの富栄養湖のそれを上回っていることから、阿寒湖の富栄養化傾向を指摘している。

なお最近、浅水域の湖底面上と沈水植物群落中における動物相が比較調査され、前者ではほとんど底生動物が確認されないのに対して、後者ではモノアラガイ（ヒロクチモノアラガイ）を始め、ヒラマキガイ、スジエビ、トンボ類、およびトビケラ類の幼虫など 19 タクサが確認されている。底生動物の生物多様性の維持に対する水中植物群落の重要性を示すものとして注目されている（環境省自然環境局 2007）。

6) 小型甲殻類

石田 (1994) は、カイアシ類を除いた小型甲殻類の調査を実施し、ミジンコ類 22 種（うち未記載種 3 種）、カラヌス目 2 種、ケンミジンコ目 18 種、ソコミジンコ目 15 種を報告した。また、五十嵐ら (2000) は小型甲殻類を含む阿寒湖の動物プランクトンの長期的な生息状況をレビューしている。

このうち留意すべき事項として、石田 (1994) は、現在の阿寒湖におけるワカサギ仔魚の主要な餌生物となっている外来性のカラヌス目ユーリテモラ・アフィニスガオンネトーでも確認され、周辺の水系に急速に分布を拡大している可能性を指摘している（浅見・坂本 1998 in 五十嵐ら 2000）。

これとは対照的に、阿寒湖上流のパンケトーでは、阿寒湖を含めた北海道の多くの湖沼で消失したカラヌス目アカントディアプトマス・パシフィクスが卓越していること、また、パンケトーのさらに上流に位置するペンケトーでは、甲殻類相がヒメマスなどの魚類が導入される以前のこの地方のカルデラ湖の原種類相を留めている現状を指摘し、今後、魚類の放流などによって攪乱されることのないよう配慮することが重要であると述べている。

7) 昆虫

昆虫については、久保田ら (1994) が阿寒国立公園内から 9 目 119 科 1,098 種を報告している。

注目すべきものとして、阿寒湖南岸のボッケならびに近くのフレベツボッケの噴気孔原では、ギンイチモンジセセリ、ヒメハンミョウ、ツヅレサセコオロギ、ハラオカメコオロギ、マダラスズの生息を確認し、このうちツヅレサセコオロギとハラオカメコオロギは、本来、温暖な地域に分布する遺存種である可能性を指摘している。また、噴気孔付近（噴気孔原）に特異な昆虫が見られる理由として、高温環境であることの他に、ギ

ンイチモンジセセリの場合は食草となる植物（ススキ）が多いためではないかと考察している。

さらに、通年して温暖な環境に置かれた噴気孔周辺には特異な生態系が構成されている可能性を指摘し、地中生あるいは水生の昆虫を初め、生物相や環境に関する広範囲な調査が必要であると述べている。

8) 高等植物

阿寒湖周辺の高等植物相については、舘脇（1927）が「阿寒植物景観（第一報）」でシダ植物 48 種類、種子植物 500 種類、計 548 種類を報告し、次いで舘脇・五十嵐（1977）は「阿寒国立公園の植生」でシダ植物 61 種類、種子植物 636 種類、計 697 種類を、さらに五十嵐（1986）はこの結果に阿寒湖に点在する島嶼等での調査結果等を加えて「阿寒国立公園の森林植生」を著し、シダ植物 61 種類、種子植物 645 種類、計 706 種類を報告している。

また、阿寒湖周辺に広がる前田一歩園所有林の植物相として、高橋ら（1992）は、先の五十嵐（1986）の目録にない 96 種類を含めてシダ植物 47 種類、種子植物 545 種類、計 592 種類をリストアップしている。

他方、阿寒湖周辺の景観を構成する植生を概観すると、湖畔の温泉街を除いてエゾマツ・アカエゾマツ・トドマツを主とする針葉樹林と、これら針葉樹にミズナラ・シナノキ・ハルニレ・カツラなどの広葉樹が混生する針広混交林、あるいは落葉広葉樹林が広がっており、標高が高くなるに連れて湖岸の落葉広葉樹林や針広混交林から、針葉樹林、ダケカンバ林、そしてハイマツ低木林に交代する。この他、過去の皆伐跡地には、シラカンバが優勢になった二次林が発達している。

9) 淡水藻類

芳賀（1994）は阿寒湖の藻類相を整理し、阿寒湖を代表する藻類であるマリモを初めとする 259 分類群（種・亜種・変種・品種などの分類単位）からなる目録を報告している（マリモについては章を改めて述べる）。また、五十嵐ら（2000）は阿寒湖の植物プランクトンの長期的な出現状況をレビューしている。さらに、Tuji *et al.*（2003）は最近、阿寒湖産中心珪藻類の新種として、ステファノディスカス・アカンエンシスを報告している。

芳賀（1994）は、春季と秋季に 2 回循環期を有する阿寒湖の特性を踏まえ、主要な植物プランクトンの季節的な変化を次のようにまとめた（表 3-3）。

表 3-3. 阿寒湖における植物プランクトンの周年出現パターン

月	湖環境の概要	主要な植物プランクトン
5～6月	解氷に続く春の循環期に深層からの栄養塩が湧昇	ハリケイソウ属・メロシラ属・ホシガタケイソウ属・ステファノディスクス属が増殖
6～7月	水温の上昇	ハリケイソウ属やホシガタケイソウ属はやや減少、低いリン濃度で増殖できる黄色鞭毛藻のサヤツナギ属が増殖
7～9月	成層期に入り表層水の水温が上昇する一方、栄養塩濃度は低下	緑藻類のオオヒゲマワリ属やユードリナ属・渦鞭毛藻類マミズツノオビムシが増加 アナベナ属が水の華を発生
10～11月	秋の循環期に成層が崩れ底層の栄養塩が回帰	春とは逆の順番でサヤツナギ属が増殖し続いて珪藻類が増加
12～4月	湖水は結氷	秋の現存量に依存してホシガタケイソウ属やハリケイソウ属が出現、時には緑藻類のユードリナ属やディクチオスフェリウム属も多く出現

長期的にみると、オビケイソウの1種フラジラリア・クロトネンシスは、1955年ころまで春と秋に多く見られていたが、1960年以降はほとんど確認されていない。また、1960年代まで珪藻の増殖期に多く見られたサヤツナギ属も、1980年以降、見られなくなっている。これらの原因として、これらは貧～中栄養の環境に出現する種であるため、湖水の富栄養化によって衰退した可能性が指摘されている。

また、阿寒湖の富栄養化を示す現象として夏季のアナベナによる「水の華」の発生が現在も問題になっているが、1934年に阿寒湖温泉付近で発生したのが最初であると伝えられている（益子 1935、上野 1936）。芳賀（1994）によると、局所的な水の華の発生はその後時折観察されていたが、やがて発生の頻度や規模が大きくなっていったという。

なお、上述の藻類目録に掲載されていない重要種として、阿寒湖東部の温泉地帯から環境省のレッドデータブックで絶滅危惧 II 類に分類される紅藻の1種オオイソウが報告されている（新井ら 1996、環境省自然保護局編 2000）。

2. 阿寒湖の自然概況

阿寒湖における水環境と水生生物に関する調査研究は、長く北海道立総合研究機構環境地質研究本部環境科学研究センター（旧・北海道環境科学研究センター）および北海道立総合研究機構さけます内水面水産試験場（旧・北海道立水産孵化場）が中心になって取り組んできた。また、主にマリモを対象とした調査研究が釧路市教育委員会マリモ研究室によって行われている。本節では、坂田・日野（1994）および五十嵐ら（2000）の総説を引用して、阿寒湖の環境ならびに生物相について概説する。なお、比較的近年になって刊行されたこれ以外の総説として田中（1992）があるが、共通する部分が多いためここでは触れない。

（1）湖盆形態

阿寒湖は北緯 43° 27′、東経 144° 06′ に湖心部が位置し、阿寒カルデラが雄阿寒岳の噴出物によって堰き止められて生成した。周辺には、雄阿寒岳を囲むようにパンケトー・ペンケトー・ヒョウタン沼・ジュンサイ沼・太郎湖・次郎湖が配置する。湖面高度は 420 m、最大水深 42.0 m、平均水深 18.7 m、湖面積 13.2 km²、湖体積 249,000 千 m³の淡水湖である（表 3-4）。

表 3-4. 阿寒湖の湖沼諸元

湖心の位置（北緯）	N43° 27′
”（東経）	E144° 06′
成因	堰止め湖
高度（m）	420.0
湖面積（km ² ）	13.3
湖体積（千 m ³ ）	249,000
最大水深（m）	42.0
平均水深（m）	18.7
周囲長（km）	25.9
集水域面積（km ² ）	161.3
集水域面積／湖面積	12.1
滞留時間（年）	1.4

北海道環境科学研究センター環境科学部地域環境科（2005）より作成

主な流入河川はパンケトーを水源とする北のイベシベツ川、外輪山の北斜面を流下するキネタンペ川・チュウルイ川・ポンチュウルイ川、同じく西斜面から流入する尻駒別川、南斜面から流入するキナチャウシ川・硫黄山川・ウグイ川・チップ川である。最大

の流入河川はイベシベツ川で、総流量の6割を占める（北海道環境科学研究センター環境科学部地域環境科 2005）。

集水域は、上流のパンケトーとペンケトーを含む161.3 km²におよぶ。大半がエゾマツ・アカエゾマツ・トドマツの針葉樹とミズナラ・シナノキ・ハルニレ・カツラなどの広葉樹から構成される針広混交林であるため、土壌は腐植質に富み（塩崎ら 1994）、大量の降雨があっても泥流が河川を下ることはめったにない。また、流出河川は、南東部の滝口から流下する阿寒川のみで、約50 km南で太平洋に注いでいる。

阿寒湖の湖岸線はその形成史を反映して非常に出入りが激しく、北にチュウレイ湾およびキネタンペ湾、西にシュリコマベツ湾とよばれる3か所の遠浅な入り江がある。かつては、いずれにも球状マリモの群生地であったが、シュリコマベツ湾では20世紀半ばまでに群生地が消失している（若菜 2008a）。また湖盆形態は北部および西部が緩傾斜で、雄阿寒岳がそびえる東部は急勾配となっている、湖内には、北から順にチュウレイ島・ヤイタイ島・小島・大島という4つの島が点在する。

（2）水温

阿寒湖では、春のゴールデンウィークまでに観光船の航路を確保すべく、4月下旬に観光船で砕氷する作業を行っており、これによって1~2週間は解氷が早まっているものと考えられている（坂田・日野 1994、五十嵐ら 2000）。

坂田・日野（1994）および五十嵐ら（2000）を元にして表3-5にまとめたように、阿寒湖では解氷直後の5月から水温が急速に上昇し、全層が5~8℃になると春の循環期を迎える。以降、水温の上昇にともなって成層が発達し、8月前後になると水深10~15 m（ないしは20 m）に水温躍層が形成される。表層の最高水温は湖心部で20℃前後に達し、まれに20℃を超える場合がある。

秋に向けて水温が低下傾向に転じ、全層が10℃ほどになると、10~11月に秋の循環期を迎える。12月の初旬になると、湖岸近くから結氷が始まり、12月末には全面が結氷する。厳冬期の氷厚は50~70 cmに達する。2~3月になると、氷の直下は水温が0℃近くまで冷やされるが、比重が軽く混合しないため、深所の方が水温の高い逆成層を形成する。

以上のように、阿寒湖は春季と秋季に2回循環期を有する複循環湖であり、夏季には表層（0~10 m）・水温躍層（10~15 m）・深層（15 m以深）の3層構造を取る特徴を備えている。

表 3-5. 阿寒湖における周年の水温変化

時期	水温の概況	備考
4月下旬	冬季の0℃近くから急激に上昇	観光船による砕氷
5月下旬	全層が5～8℃まで上昇	春の循環期
	水温の上昇による水温躍層の形成	成層期
10月末	水温の低下	秋の循環期
冬季	表層は結氷し、表層よりも深層近くの水温が高くなる	逆列成層期

(3) 水質

1) 透明度

阿寒湖の透明度は、観測が始まった1917年以降、1930年代まで7～9 mを保っていた。その後、20年ほど観測の記録はないが、その間に透明度は低下し、1960年代初頭には2 mを切るようになった(五十嵐ら2000)。これ以降、最大で7.5 mが記録された例もあるが、おおむね3～6 mを推移し、1981年以降は3～4 mとなっている。この原因は、森林伐採や観光施設・家庭からの雑排水の負荷など、人為的な活動が活発化したためと考えられている(五十嵐ら2000)。

1980年代まで、阿寒湖畔の雑排水は簡易浄化槽を経て湖に流入していたため、観光客の増加に比例して汚染負荷も増大し、夏季を通じてアナベナによる「水の華」の発生が常態化するなど、水質の悪化は衆目にも明らかとなっていた。こうした事態を受け、阿寒湖畔では湖水浄化対策として、1975年に阿寒湖畔特定環境保全公共下水道に着工し、1986年に一部供用を開始した。また、1982年には阿寒町が阿寒湖温泉街の排水路に沈殿池を設置し、さらに1983年から1988年にかけて北海道が阿寒湖温泉街近くの湖底に堆積したヘドロを浚渫する事業を実施した。その結果、1990年を境に阿寒湖の透明度はおよそ1 m回復し、その後しばらく同様な傾向が続いていたが(五十嵐ら2000)、2011年8月には過去の最大値である9 mを記録するまでになった(石川未発表データ)。

2) pH

湖心部のpHは春と秋に低く、夏に上昇する周年変化を示し、pH8.5以上となる年もある(五十嵐ら2000)。これは、夏季、植物プランクトンの増殖によって水中の二酸化炭素が吸収されることによる。

3) クロロフィル a

植物プランクトンの指標となるクロロフィル a の濃度は、湖心表層部で1980年代に30 µg/Lを超える高い数値が何度か観測されている(五十嵐ら2000)。植物プランクト

ンの優占種は夏が藍藻類のアナベナ属で、春と秋は珪藻類が卓越した(坂田・日野 1994)。1990年代に入ってから、それ以前のような顕著なピークは観測されなくなったが、1995年と1997年の春に、再び20 µg/L前後の数値が記録されている。

一方、周年変化は、春の循環期に全層で高くなり、その後6~7月に一度減少したのち、8~10月の成層期に水温躍層より上部で高くなり、秋の循環期に再び全層で高くなるというパターンをくり返す(五十嵐ら 2000)。また、1994年以前は、春よりも秋のクロロフィル *a* 濃度が高いという特徴があったが、1995年以降、逆転して春の方が高い傾向を示すようになった。

4) リン・窒素

藻類の増殖に関わる栄養塩(リン・窒素)の起源は、一般に集水域から河川を通じてもたらされるか、人間活動に由来する負荷による。湖内に流入した栄養塩の一部は湖外に流出し、残りは湖底に堆積する。こうして湖内に蓄積された栄養塩は、底層における生物的・化学的作用を受けて再び水中へ回帰し、藻類の生産に利用されることになる(坂田・日野 1994)。

阿寒湖の表層における全リンの長期変化は、1970年代後半から0.05 mg/Lを超える異常に高い数値を示していたが、1990年以降はおおむね0.02 mg/L以下を推移している(五十嵐ら 2000)。また、季節変動は、成層期の夏季から秋季にかけて表層の全リン酸濃度は0.003 mg/L以下まで低下し、植物プランクトンの摂取によって枯渇した状態になる。これに対して、同時期、深層におけるリン濃度は年間を通じて最も高くなるが、春季ならびに秋季の循環期には湖水の混合によって濃度は等しくなる。なお、リンの形態のうち藻類に利用されるのはリン酸(PO₄-P)であり、藻類の増殖制限因子として重要である。

リン酸と同様、藻類の一次生産に関与する窒素には、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、アンモニア態窒素(NH₄-N)がある。阿寒湖の表層における全窒素の長期変化は、1980年代の初めまで0.1~1.0 mg/Lの間で大きく変動するのが特徴であったが、これ以降、おおむね0.2~0.3 mg/Lの間で推移している(五十嵐ら 2000)。

総無機態窒素(TIN: NO₂-N、NO₃-N、NH₄-Nの総和)は、例年、夏および冬の成層期には、深層で0.4 mg/Lを超える高い濃度を示す。深層における窒素の形態は主にNH₄-Nであることから、夏季、深層では分解過程が進行していると分かる(坂田・日野 1994、五十嵐ら 2000)。他方、1995年と1996年には、春の循環期に全層でTINが枯渇した状態にあったことが観測されている。TINの低下はクロロフィル *a* 濃度と逆の変化を伴い、藻類の利用によってもたらされたと見なされることから、窒素がこの時期の藻類の増殖制限要素となっていると考えられている(坂田・日野 1994、五十嵐ら 2000)。

5) 溶存酸素

溶存酸素 (DO) の鉛直分布は、春の循環期には、ほぼ全層で過飽和となるものの、夏と冬の成層期には下層部で DO が減少し、周期的に低酸素もしくは無酸素状態となっている (五十嵐ら 2000)。これに対し、1920~1930 年代の夏から秋にかけて観測された DO は、42~51 %と著しく低い濃度ではなかった。低酸素状態に移行したのは 1960 年ころからのことであり、五十嵐ら (2000) は、夏季における深層部の貧酸素化現象は、透明度の低下と平行して進行したことを指摘している。成層期に深層の DO が低下する理由は、バクテリア等の活動によって酸素が消費されるためであり、その結果、底層が還元的な環境に変化して、底泥中のリン酸塩や鉄、マンガン在水中に溶出・回帰させる原因となる (坂田・日野 1994)。

6) COD

湖水に溶存した有機物のマクロな指標となる COD は、1900 年代の前半には 1 mg/L 前後を示していたが、1960 年代以降、2~3 mg/L の範囲で変動している (坂田・日野 1994、五十嵐ら 2000)。しかし、1990 年以降、透明度が上昇した変化とは違って、COD が低下する傾向は認められていない。阿寒湖の COD の環境基準は 1972 年に湖沼 AA 類型 (1 mg/L 以下) と設定されているが、依然として高い状態が続いていることになる。

以上をまとめると、深度が比較的大きく、3 層構造の水温躍層を有する阿寒湖では、生産活動が活発となる夏季に表層のクロロフィル *a* 濃度が高くなり、逆にリン酸や窒素が低下するパターンを示す。このため、窒素が欠乏しても空気中の窒素を固定する能力のある藍藻類が優占しやすい環境にある。混合期には、底層からの栄養塩の循環によって、この時期の水温に適した珪藻類などの藻類が増殖するパターンが毎年くりかえされるが、構成種は一定していない (五十嵐ら 2000)。

(4) 流入河川

阿寒湖南部のウグイ川やチップ川は人家や観光施設の集中する阿寒湖温泉街を貫流するため、かつては生活排水や雑排水の負荷起源となっていた。この対策として、1975 年に阿寒湖畔特定環境保全公共下水道が着工され、1986 年から一部供用開始となったことは前述したが、これら流入河川における下水道竣工前の 1980 年と竣工後の 1999~2001 年の全リンおよび全窒素濃度を比較すると、明らかな低下が認められ、下水道対策が汚染の軽減に役立ったものと考えられている (北海道環境科学研究センター環境科学部地域環境科 2005)。

一方、阿寒湖に流入する河川の総流入量の 6 割を占める北部のイベシベツ川の COD は、流域にまったく人為的な汚染源がないにも関わらず、平均 1.6 mg/L と阿寒湖の環

境基準を超えており、集水域からの有機物の供給が多い実態が分かる。また、全窒素が平均 0.18 mg/L、全リンが平均 0.015 mg/L と、南部の阿寒湖温泉街を流れる河川に比べて濃度は低いものの、流量が多いため全流入負荷量の 4 割程度に達する。このため、五十嵐ら（2000）は阿寒湖の水源となっているパンケトーの生態系の把握が、阿寒湖の生態系の理解に重要であると指摘している。

（5）底質

阿寒湖では 1982 年から公共用水域の底質項目（外観等の状況・水含有率・強熱減量・COD・全硫化物・銅・亜鉛・鉄・マンガン・カドミウム・鉛・総クロム・ヒ素・総水銀・PCB）が測定されている。

1982～1995 年の主な測定結果は、強熱減量が平均 20 %（最小 3 %、最大 57 %）、COD が平均 59 O₂ mg/g（乾泥）（最小 17 O₂ mg/g、最大 100 O₂ mg/g）と報告されており、水含有率や強熱減量に大きな変動はない（五十嵐ら 2000）。また、伊藤・宇野（1980）は、阿寒湖における強熱減量・COD・有機炭素・全窒素など有機物含量が、わが国の他の富栄養湖（大沼・茨戸湖・湯の湖・諏訪湖）の底質の 1.2～1.5 倍高いレベルにあることを指摘している。その原因を五十嵐ら（2000）は、「阿寒湖の成因と地形から考えて周辺からの有機物の流入が多い上に、比較的水深が深く、流入した有機物が速やかに流出せずに沈殿・堆積することに加え、寒冷地にあることで微生物による有機物の分解が遅いため」と説明している。

水域ごとの底質分布は、日本地図センター発行の 1/10,000 湖沼図（1978 年観測）によると、水深 5～10 m 以深でおおむね泥、これ以浅で砂質泥を主とし、さらに水深の浅い水域では地域によって以下のように底質が異なる。

キネタンペ湾：すべて泥

チュウルイ湾：流入河川の流入部付近で礫が見られ、湖岸から砂、砂質泥、泥と水深に対応して変化する

シュリコマベツ湾：湖岸近くは砂質泥で、水深が大きくなると泥

（6）温泉および湧水

阿寒湖は冬季、湖面のほとんどが結氷するが、一部、阿寒湖南岸のボッケから東岸のセセキモイにかけて、狭い範囲で凍結しない水域があることが知られている。これらは「湯壺」と言われ、大きく水深が浅いもの（1 m 以内）と、深いもの（26～31 m）に分けられる。前者は、湖底から湧出する温泉に由来し、後者は湖底から吹き出すガス泡によって水温 4.5～5.5℃の湖底水が定常的に上昇流を生じ、そのため結氷せずに小孔を形成するものと考えられている（勝井 1994）。

水深が浅い湯壺の典型といってよい南岸のボッケ（アイヌ語で「煮え立つ」の意）では、湖岸付近から高温の温泉が湧き出している様子を容易に観察できる。沖合 50 m で観測された水質分析の結果によると、塩素イオン、ケイ酸イオン、硫酸イオン、カルシウムイオンの濃度は、いずれも湖水の 2~3 倍であった（住吉ら 1976 in 五十嵐ら 2000）。また、東部の雄阿寒岳の山麓から注ぐセセキモイの温泉は、ナトリウムイオン、カリウムイオン、塩素イオン、硫酸イオンを主成分とすることが報じられている（早川ら 1983 in 五十嵐ら 2000）。この他にも、阿寒湖の水深の大きな湖底の数箇所に同様な温泉の存在が知られているが、実態は明らかでない（五十嵐ら 2000）。

また、阿寒湖北部のマリモ群生地の一つチュウルイ湾では、水深 4~5 m の湖底に湖底間隙水の電気伝導度が高い水域が見つかっており、湧水の存在を示すものと考えられている。湖底湧水の分布域は、マリモ糸状体が厚く堆積して群落を形成している範囲と重なるため、湧水がマリモの生育に関係している可能性が指摘されている（阿寒町教育委員会 1998）。

（7）水位変動

阿寒湖では、1920 年から始まった水力発電事業の一環として、1923 年に流出口である阿寒湖南東部の滝口に制水門を設けて人為的な水位管理を行うようになった。しかし、こうしたダム湖としての利用によって、しばしば大幅な水位の低下がもたらされ、マリモに被害を生じた歴史がある（舘脇 1952a、若菜 1993b、1999a、2008a）。他方、阿寒湖は、内水面漁業や観光資源としての利用が図られ、また流出河川である阿寒川水系における水害防止を目的とした調整機能も合わせ持っている。このため、水位管理に対する社会的な関心が古くから持たれてきたが、管理の実務にあたる電力会社がたびたび変わるなどしたため、過去の水位に関する資料は残されていないのが現状である。

近年、環境省自然環境局（2007）は、舘脇（1952a）の資料を元に当時の水位を推定し、水位データを復元するなどして、過去半世紀にわたる水位変化の実態を明らかにしている。その結果、阿寒湖では折々の社会情勢などによって、次のような異なる水位管理が行われて来た経過が明らかになった（数値は許可最低水位である標高 418.717 m を基準としたときの相対水位）。

I 期（1923 年～）：水位調節の開始

II 期（1949~1951 年）：過度の取水による湧水とマリモの露出被害

III 期（1952~1960 年）：詳細不明（I 期と同様の管理？）

IV 期（1961 年～）：運用最低水位（+0.3 m）の設定

V 期（1972 年～）：運用最低水位（+0.4 m）の変更、ならびに夏季運用最低水位（+0.7 m）と運用最高水位（+1.0 m）の設定

VI 期（1997 年～）：運用最低水位（+0.3 m）の変更

また、各々の時期における、水位の実態は以下のようにまとめられている。

年間最高水位：I～II 期に+0.7 m 前後だったものが III～IV 期に許可最高水位に近い+1.2 m 以上まで約 0.5 m 上昇し、V～VI 期には+1.1 m と約 0.1 m 低下した

年間最低水位：I 期には許可最低水位まで低下していたが、III～IV 期に+0.4 m に上昇、V 期にはさらに+0.5 m まで上昇したが、VI 期にはまた III～IV 期のレベルに戻った

年間水位の最高最低差：極端な水位低下が引き起こされた II 期を除いて、年間の水位差は約 0.6～0.9 m の間で変動している

解氷期最高水位：最高水位は解氷期に記録されることが大半なので、年間最高水位と同様の傾向を示す

解氷期最低水位：I 期に約+0.3 m だったものが、III～IV 期に約+0.6 m と 0.3 m 上昇し、さらに V 期には+0.8 m を超えるまでに上昇、VI 期にはやや低下した

解氷期水位の最高最低差：極端な水位低下が引き起こされた II 期を除いて、I、III、IV 期には 0.5 m 前後で変動していたものが、V～VI 期には 0.3 m 以下に縮小した

(8) 波浪および湖水流動

湖盆規模の比較的小さい阿寒湖では、大きな風波が発生しないと考えられていたため、これまで湖内の湖水流動に関する調査研究は非常に少ない。しかしながら、北部のチュウレイ湾ではマリモが数年ごとに風波によって湖岸に打ち上げられる現象が知られており（若菜・岸 1997、若菜 2008a）、その機構を明らかにする目的で風波による湖水流動の発生条件が解析されている。山本ら（2003）は、2002 年 10 月 2 日にチュウレイ湾でマリモが大量に打ち上げられた際に沖合のチュウレイ島で観測された風向風速のデータを用い、チュウレイ湾では風速 20 m/s 以上の南風が一定時間吹くと、チュウレイ湾沖で有義波高 $H_{1/3}=1.0$ m・有義周期 $T_{1/3}=3$ 秒の波浪が発生すると推算され、この波浪によって振幅 0.3～0.6 m/s の振動流と湖岸に沿って湾奥部に向かう 5～20 cm/s の湖浜流が発生し、マリモが流動を始めるというモデルを示している。このときのマリモの移動状況はチュウレイ島に設置された水中カメラでも確認されている。

注) 有義波高・周期とは、測定期間中の波高や周期の上位 1/3 の平均値である。有義波高の 2 倍程度の波浪が発生することもある。

(9) 水生生物相

阿寒湖を生息域あるいは生活圏とする生物については、前節においてミンク（哺乳類）・水鳥（鳥類）・魚類・底生動物（生育状況の長期的な変化と底質の変化との関連を含む）・小型甲殻類を含む動物プラントン・水生昆虫（昆虫）・水草（高等植物）・淡水藻類を対象に概説したが、本節では、上記で十分には触れられていない水草（水生の高等植物と車軸藻類）とそれらの生育状況について述べる。

阿寒湖における水草の生育状況については、主にマリモ調査に併せて植生等の調査が行われており、主な報告として川上（1897-1898）、黒木ら（1976b）、黒木編（1986）、国井・吉田（1988）、神谷（1999）、片桐ら（2001）があり、これまでに、以下に分類順に列記する車軸藻類と高等植物が報告されている。なお、黒木ら（1976b）でエビモとされた標本については、その後の検討でセンニンモと訂正されている（黒木編 1986）。

車軸藻類：カタシャジクモ、ヒメフラスコモ、シダ植物：ミズドクサ（トクサ科）、単子葉植物：ミクリの1種（ミクリ科）、ホソバヒルムシロ、ヒロハノエビモ、ナガバエビモ、ササエビモ、エビモ、エゾヤナギモ、イトモ、センニンモ、リュウノヒゲモ（以上ヒルムシロ科）、イバラモ（イバラモ科）、セキショウモ、クロモ（以上トチカガミ科）、ヨシ（イネ科）、フトイ（カヤツリグサ科）、ウキクサ、アオウキクサ（以上ウキクサ科）、双子葉植物離弁花類：エゾノミズタデ（タデ科）、ネムロコウホネ（スイレン科）、マツモ（マツモ科）、チトセバイカモ（キンポウゲ科）、ホザキノフサモ（アリノトウグサ科）、双子葉植物合弁花類：タヌキモの1種（タヌキモ科）

これらのうち、カタシャジクモとヒメフラスコモは、いずれも環境省レッドデータブックで絶滅危惧Ⅰ類に指定されている（環境庁自然保護局編 2000）。また、エゾノミズタデは自然環境保全調査の貴重植物および北海道レッドデータリストの絶滅危惧種に、マツモは北海道レッドデータリストの希少種に指定されている（片桐ら 2001）。さらに、阿寒湖ではこれら以外に、同じく絶滅危惧Ⅰ類に指定されているマリモの他、絶滅危惧Ⅱ類に指定されているオオイシソウの生育が確認されている（新井ら 1996）。

1999年に阿寒湖の北西岸および南西岸の40地点で調査を行った片桐ら（2001）は、7月の採取であったにも関わらず、上記種のうち確認できた種類がヒメフラスコモ、エビモ、セキショウモ、ヨシ、エゾノミズタデ、マツモ、およびホザキノフサモに限られていたことに加え、1970年代には水深5～8mで採取できたマツモやフサモ類が水深3mより浅い水域でしか採取できなかったことから、水草の分布域が縮小している可能性を指摘している。

(10) 外来生物

近年、阿寒湖の湖沼生態系に大きな影響を及ぼす外来生物として、北米原産のウチダザリガニが問題視されている（若菜ら 2010）。

黒萩（1994）によれば、阿寒湖畔のホテルが飼育していた摩周湖産のウチダザリガニを冬期、阿寒湖に放逐したのが起源といわれ、1980年代前半には阿寒湖に定着し、大量に繁殖していることが確認されている（蛭田 1983）。今日では、阿寒湖周辺の流入河川を含め、湖の沿岸域にあまねく分布することが明らかにされており、過去に生息が確認されていたニホンザリガニやマルタニシ、モノアラガイといった在来の大型底生動物（三嶋 1934、高安ら 1930、山田 1976）が湖内で見られなくなった原因は、ウチダザリガニによって捕食されたためではないかと考えられている（高山ら 2002）。さらに、シャジクモ類やマリモ、マツモ、センニンモといった阿寒湖に生育する水草や藻類を餌として摂食していることが、最近、実験的に確かめられ、マリモが群生するチュウレイ湾では、球状のマリモを壊して巣穴として利用していることも明らかになっている（若菜ら 2010）。

また、阿寒湖におけるウチダザリガニの生息状況を数度にわたって調査したところ、ウチダザリガニの生活圏となっている湖底面上では、ウチダザリガニとイシガイ類の二枚貝を除いて大型の底生動物が見られないことが明らかになっている。これに対して、水草群落中の動物相を調べた結果、モノアラガイなど 19 タクサが確認され、個体数も多いことから、湖底面における大型底生動物の消失にはウチダザリガニの捕食が関与しているものと考えられている。また、水草群落がウチダザリガニに対するシェルターとしての役割を持っているのではないかとの見方も示されている（環境省自然環境局 2007）。

これ以外の外来生物として、阿寒湖では道東の汽水域などに生息する等脚目のイソコツブムシが確認されている（倉西・久原 1994）。1930年代の調査では記録されていないことから、同じく汽水域に生息するスジエビを漁業資源として導入した際、混入して持ち込まれたのではないかと考えられているが（小泉・恩藤 1977）、生息実態や他の生物等への影響は明らかでない。

阿寒湖上流のパンケトーやペンケトー、およびその流入河川では、阿寒湖で消失したニホンザリガニやマルタニシ、モノアラガイが現在でも見られる一方（高山ら 2002）、ウチダザリガニおよびイソコツブムシといった外来生物の侵入が確認されていない現状にあり、その防除が課題となっている（若菜ら 2010）。

3. 阿寒湖周辺の社会環境

(1) 歴史

1) 開発以前

19 世紀末までの阿寒湖は、ヒメマスなど豊かな漁業資源をたよってアイヌの人々が季節的に漁労に従事する他には人為の加わらない手つかずの自然が保たれていた（高橋ら 1952、阿寒町史編纂委員会編 1966）。1881 年に阿寒湖周辺を踏査した内田・田内（1882）は、その景観を次のように賞賛している。

湖水ハ清クシテ且ツ深水濱ニハ枯芦風ニ戦キ岸上ハ椴松蝦夷松ノ如キ常磐木繁茂シ翠色滴ルガ如ク而シテ蔓蘿（アスニヤバーエタ）之レニ纏ヒ又湖中四個ノ島嶼ハミナ常磐木赤楊ノ類繁茂シ其他白鳥鳧鴨ノ煙霞中ニ「ウ翔」スル等其風景眞ニ天然ノ好圖画ニシテ拙筆ノ能ク名状シ得可キニアラズ

湖水は清らかで、その上深く、水辺には枯れた芦（ヨシ）が風にふるえ、岸のほとりには椴松（トドマツ）・蝦夷松（エゾマツ）等の常磐木が生い茂り、岩や苔から水がしたたるように蔓蘿（つるごけ、樹幹に着生する地衣類のサルオガセ類）がこれらにからまり、また湖中の四つの島嶼はみな常磐木（常緑樹）や赤楊（ハンノキ）の林で生い茂っている。その他に白鳥・鳧（けり）・鴨がけむった霞の中に飛び回るなど、その風景は、まるで自然の最高の絵図であり、自分の拙い文章ではうまく表現する事が出来ないほどだ。

このような阿寒湖に人が定住し始めたのは、19 世紀の初頭から始まった雌阿寒岳における硫黄採掘がきっかけであった。19 世紀末から本格的な採掘が断続的に行われると、これを機に、雌阿寒岳に入った工員や人夫の一部が冬季湖畔で越冬するようになり、和人が阿寒湖に定住する先がけとなったと伝えられている（高橋ら 1952）。

2) 開発の始まり

上述した原始の阿寒の森に斧が入れられたのは 1906 年のことである。前田一步園の創始者である前田正名が雄阿寒岳を除く湖岸一帯と阿寒川上流右岸の国有未開地を借り受けたり、あるいは払い下げを受けたりして、牧場造営および木材販売のために森林開発に着手した（石井編 2002）。木材は、1920 年に操業を開始した富士製紙釧路工場におけるパルプ材に用いるためのもので、阿寒川を介して釧路まで流送された。伐採が本格化したのは 1909 年からといわれるが、阿寒町史（阿寒町史編纂委員会編 1966）によると「阿寒湖畔一帯の森林資源を乱伐したのではなく、原始美を破壊することのないように伐木し、原始美を守り抜いた」と伝えられており、当時から湖岸の景観や残存する樹種に対して配慮した施業が行われていたものと推察される（館脇 1927）。

阿寒湖周辺地域における伐採は、1934 年の国立公園指定まで続いた。この間に伐採された地域は次の通りである（館脇 1927、阿寒町史編纂委員会編 1966）。

1907～1922年：滝口からシュリコマベツ

1910年：チュウルイおよび七曲（牧場開墾のため、この他に時期は不明であるがシュリコマベツも同目的で開墾）

1912年：チクショベツ

1913年および1924年：シュリコマベツ上流域

1917～1935年ごろ：キネタンペからパンケトーにかけて

一方、天然のダム湖とも言える阿寒湖の流出河川である阿寒川は、河川勾配が急であることから、早くから水力発電の適地として注目され、上記製紙工場で使用する電力を確保すべく、1920年に飽別発電所が建設され、送電を開始した。以降、1929年までに、徹別、蘇牛、上飽別に水力発電所の設置が続いた（阿寒町史編纂委員会編 1966）。

その一方で、水資源を安定的に確保するため、1923年に阿寒湖の流出口である滝口に2機の制水門が設けられ、これ以降、阿寒湖の水位が人為的に管理されるようになった。しかし、この水位管理が始まった直後、過度の取水による湖水面低下が原因となって浅瀬に分布するマリモが空中に露出して枯死する被害が発生した。制水門が設置された翌年の1924年11月6日付け釧路新聞には、以下のような記事が掲載されている。

湖面を使用するについては、あらかじめ第一、第二の二つの制水門で湖面の平水を調節することになっている。しかしてその制水門は零点以下最低極限の水位までを1尺1寸8分に制限し、零点以上最大渴水位まで2寸8分、さらに渴水位を超えて平水位まで1尺6寸4分に限定し、それ以上を最大洪水位までそれぞれ基準を定めている。すなわち企業者は平水面を3尺まで低下することを許可されているわけであるが、その場合といえども水深6寸を低下せしむる事は絶対出来得ない企業条件の下に置かれているのだ。（中略）たまたま渴水期に入ると会社は先ずこの規定をただちに蹂躪し、湖面の水は盛んに放流される。その結果、平水面よりの低下が3尺以下、4尺近くに及ぶ場合は決して稀でない。現に会社は規定を破って最低水位まで水門を放流している。かくして起こる湖面低下からひいて非常な打撃を蒙るのは毬藻である。（中略）シリコマベツの繁存している約巾5間長さ30間のまりもは最近ことごとく枯死するにいたった。

これ以後、しばらくの間、過度の取水による水位低下が起こったとの記録はないものの、1950年の春、従前の運用よりも水位を低下させた結果、チュウルイとキネタンペでおびただしい数のマリモが露出して被害を生じ、大きな社会問題となった（館脇 1952a）。この詳細については、マリモ保護対策の章で詳しく述べる。

また、上述した森林開発および電源開発と平行して、阿寒湖では漁業も本格的に営まれるようになり1928年には、阿寒湖におけるヒメマス資源の枯渇と支笏湖など他湖か

らのヒメマス卵の移入を機に、阿寒湖漁業組合が設立された（阿寒町史編纂委員会編 1966）。以降、のちに阿寒湖の主要産品となるワカサギなど多くの魚種が移植・導入されて今日に至っている（黒萩 1994、五十嵐ら 2000）。

3) 観光地としての発展と現状

前述したように、20 世紀初頭まで阿寒湖とその周辺には手つかずの自然が広がっていたが、1893 年にヒメマス移植のための採卵場を設けてから、湖畔に定住する和人が現れるようになった。そして、1906 年に前田一步園が設立されて阿寒湖周辺の組織的な開拓が始まると、翌年には初の旅館も開設された。さらに、同時期から 1920 年代にかけて道路や交通網の整備が進んだ結果、来遊する観光客は 1915 年に 4000 人を数え、1933 年には年間の宿泊者数が 2 万人に達するまでになった（高橋ら 1952、阿寒町史編纂委員会編 1966）。

その後の戦争中の停滞期を経て、戦後、阿寒湖畔は東北北海道を代表する観光地として順調に発展を遂げ、温泉ホテルや旅館等の観光施設が次々と開業する一方、1990 年代には観光客の入り込みが 150 万人を超えるほどの成長を遂げた。しかし、2002 年をピークに観光客の入り込みおよび宿泊数は減少に転じ、最近 10 年、その傾向に変化はない（NPO 法人阿寒観光協会まちづくり推進機構 2011）。

(2) 産業と利用状況

東北北海道を代表する観光地である阿寒湖では、現在も主要な産業は観光業となっている。しかし、上述した観光客減少の影響を受け、2000 年から 2010 年の間に、旅館・土産店・飲食店の数が大きく減少し、観光船の乗者数やマリモ展示観察センター等の観光施設への入場者数も減少傾向にある。地域の人口も 1,782 人から 1,510 人に減少した（NPO 法人阿寒観光協会まちづくり推進機構 2011）。

阿寒湖の利用としては、観光船遊覧と内水面漁業が主たるものであるが、その他、遊漁・ボート等の利用がある。また、阿寒湖の湖水は、上述したように水力発電資源として利用されており、現在も人為的な水位管理が続けられている。

(3) 土地利用形態

阿寒湖の集水域はパンケトーとペンケトー周辺、雄阿寒岳の北および西山麓、北西側外輪山、フップシ岳・雌阿寒岳・フレベツ岳北麓の 161.3 km²に及ぶ。その大半はエゾマツ・アカエゾマツ・トドマツの針葉樹とダケカンバ・ミズナラ・シナノキ・ハルニレ・カツラなどの広葉樹から構成される針広混交林で、人家や施設は南岸の阿寒湖温泉街（4.2 km²）に集中している（北海道環境科学センター環境科学部地域環境科 2005）。また、湖岸の土地利用状況は、自然地 99%、農業地 0%、市街地 1%となっている（北海道公害防止研究所 1990）。

土地所有については、阿寒湖温泉街と阿寒湖東部の雄阿寒岳を除く湖岸に面した一帯が地元の前田一步園財団の所有林となっており、一般の立ち入りは制限されている。同財団の土地に接する西部の尻駒別川上流域は日本製紙株式会社の所有林である。これらを取り囲む標高の高い地域と雄阿寒岳が国有林となっている。

4. 阿寒湖周辺の保護管理に関わる制度等

(1) 国立公園

阿寒国立公園は、1934年、大雪山・日光・中部山岳などとともに、日本で二番目に指定された国立公園の一つであり、「森と湖と火山の国立公園」と呼ばれる。

公園内には、いまなお噴煙を上げる雌阿寒岳やアトサヌプリ（硫黄山）を初め、雄阿寒岳・西別岳・藻琴山などが連なり、亜寒帯性の森林や高山植物群落が広がっている。火山噴火によってもたらされた阿寒カルデラ・屈斜路カルデラ・摩周カルデラの内部には、阿寒湖・パンケトー・ペンケトーといった阿寒湖群および屈斜路湖・摩周湖が湛水している。また西部の雌阿寒岳の山麓には溶岩の堰き止めによって生じたオンネトーがある。

阿寒国立公園の保護計画は、1938年に特別地域が（厚生省告示第68号）、1954年に特別保護地区が指定され（厚生省告示第217号）、その後の計画変更を経て今日に至っている。現在の阿寒湖周辺における特別保護地区および特別地域の区分と地域は、以下の通りである

特別保護地区：阿寒湖北東部、雄阿寒岳、雌阿寒岳の中心部

第1種特別地域：阿寒湖一帯、フップシ岳山頂部、雌阿寒岳山腹部、オンネトー周辺

第2種特別地域：阿寒湖畔の主要利用地点、阿寒カルデラの内壁、フップシ岳山腹

第3種特別地域：雌阿寒岳東部の白水川流域

また、排水設備を設けて汚水等を排水することを規制する「指定湖沼」としてパンケトーとペンケトーが、車馬や動力船の使用または航空機の着陸を規制する「乗入れ規制地区」として阿寒湖北部と雌阿寒岳山腹が指定されている。

(2) 鳥獣保護区

「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律（鳥獣保護法）」に基づき、阿寒湖およびその周辺の森林（5,373 ha）が道指定阿寒湖鳥獣保護区となっている。指定区分は、森林鳥獣生息地（森林鳥獣生息地の保護区として指定した鳥獣保護区の区域内で、鳥獣の良好な生息環境となっている区域）とされ、阿寒湖周辺では、いずれも環境省レッド

リストに掲載され国の天然記念物に指定された希少鳥類の、シマフクロウ（絶滅危惧 IA 類）、オオワシ（絶滅危惧 II 類）、オジロワシ（絶滅危惧 IB 類）、クマガラ（絶滅危惧 II 類）が生息している。

（3）ラムサール条約登録湿地

1975 年に発効した「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約（ラムサール条約）」では、特に水鳥の生息地等として国際的に重要な湿地、およびそこに生息・生育する動植物の保全を促進することを目的とし、湿地の保全・再生、賢明な利用、交流・学習を図ることが求められている。

阿寒湖は、2005 年 11 月 8 日、「北海道の東部の内陸部に位置。火山活動によって形成された広大なカルデラ湖。マリモなど希少な藻類の生育地であり、アジアにおける天然分布の南限となるヒメマスやイトウなどの魚類やカワシンジュガイなど二枚貝類の重要な生息地である」ことを根拠に、雨竜沼湿原、サロベツ原野、濤沸湖、風蓮湖・春国岱、野付半島・野付湾等とともに、同条約の登録湿地となった。

（4）国内希少野生動植物種および絶滅危惧種

1981 年の環境庁告示第 119 号で、自然公園法第 17 条第 3 項第 8 号（現法第 20 条第 3 項第 11 号）の規定に基づいて「国立公園の特別地域内において許可を受けなければ採取してはならない高山植物その他これに類する植物」にマリモが指定されている。

また、環境省のレッドデータブックに掲載されている阿寒湖およびその周辺で知られる水生生物は次の通りである（表 3-6）。

表 3-6. 阿寒湖およびその周辺水系における絶滅危惧種

カテゴリー	分類群と和名
絶滅危惧 I 類（CR+EN） 絶滅の危機に瀕している種	【藻類】カタシャジクモ、ヒメフラスコモ、マリモ
絶滅危惧 IA 類（CR） ごく近い将来における絶滅の危険性が極めて高い種	
絶滅危惧 IB 類（EN） IA 類ほどではないが、近い将来における絶滅の危険性が高い種	【魚類】イトウ
絶滅危惧 II 類（VU） 絶滅の危険が増大している種	【貝類】カワシンジュガイ 【甲殻類】ニホンザリガニ 【藻類】オオイシソウ
準絶滅危惧（NT） 現時点では絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種	【貝類】マルタニシ、ミズシタダミ モノアラガイ

この他、阿寒湖周辺の陸域で見られる大型の動植物として、次のようなものがある(表3-7については阿寒地域で生息または生育の知られる生物相を網羅的に確認したものでないため、改めて調査する必要がある)。

表 3-7. 阿寒湖周辺における絶滅危惧種

カテゴリー	哺乳類	鳥類	植物
絶滅危惧 IA 類 (CR)		シマフクロウ	メアカンキンバイ、 エゾノチチコグサ
絶滅危惧 IB 類 (EN)		オジロワシ	ヒメイワタデ、チトセ バイカモ、ベニバナヤ マシャクヤク、タルマ イスゲ、ジョウロウス ゲ、トラキチラン
絶滅危惧 II 類 (VU)		オオタカ、オオワシ、 クマゲラ、タンチョウ (ボッケに飛来)	ネムロコウホネ、ホザ キシモツケ、エゾムラ サキツツジ、チシマヒ ョウタンボク、カヤツ リスゲ、アカンスゲ、 フクジュソウ
準絶滅危惧 (NT)	エゾオコジョ	イヌワシ、オオジシ ギ、クマタカ、ハイタ カ、ミサゴ	

(5) 天然記念物

阿寒湖のシンボルであるマリモは、旧法である史蹟名勝天然記念物保存法に基づき、1921年に北海道で最初の6件の天然記念物の一つとして指定された。1952年には現行の文化財保護法により特別天然記念物に指定された。天然記念物は動物植物及び地質鉱物のうち学術上貴重で、わが国の自然を記念するものを指定しており、現状を変更する行為等を行う場合は文化庁長官の許可が必要となる。

阿寒湖周辺に生息する天然記念物として、シマフクロウ(エゾシマフクロウ)、オオワシ、オジロワシ、クマゲラが知られており、地質鉱物関係としてオンネトー湯の滝マンガン酸化物生成地が指定されている。

(6) 釧路市および森林管理署による森林保護協定

2004年5月12日、旧阿寒町と根釧西部森林管理署との間で「阿寒湖のマリモと水資

源の保全に関する森林整備協定」が締結されている。対象地域は、阿寒湖北部のチュウレイ湾およびキネタンペ湾に注ぐチュウレイ川、キネタンペ川、チクショベツ川の集水域と阿寒湖温泉の水源域で、前田一步園財団の所有林と国有林を合わせた 3,749 ha である。国有林と民有林の整備を連携して行い、湖への土砂流入の防止や植林等を行う内容となっている。

(7) 特定外来生物

阿寒湖および周辺の流入河川に生息する北米原産のウチダザリガニは、2005 年に施行された「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）」によって 2006 年に特定外来生物に指定され、飼育・保管および運搬などが原則禁止された。

第4章 阿寒湖におけるマリモの生育状況

1. マリモ研究の歴史と現状

(1) マリモの発見

わが国、そして阿寒湖におけるマリモ研究の始まりは、1897年に行われた川上瀧彌による阿寒湖調査にさかのぼる。当時、札幌農学校の学生だった川上は、1897年7月27日から9月3日までの39日間、北海道庁が実施した雌阿寒岳山頂気象観測に作業員として参加し、作業の合間をぬって、それまで科学的に人跡未踏の地であった阿寒湖一帯の植物調査を実施した(川上1897-1898、五十嵐1994)。この調査を通じ、周辺の植生の概況や植物帯が明らかになるとともに、雌阿寒岳から192種、雄阿寒岳から112種、阿寒湖から16種の植物が報告されている。川上はまた、阿寒湖西部のシュリコマベツで球状形態を有した緑藻類を採取し、翌年これをクラドフォラ・サウテリと同定する一方、その特異な形態にちなんで「毬藻(マリモ)」という和名を与え、学会に発表した(川上1897-1898)(これ以降の分類ならびに学名の変更等については、次節で述べる)。

(2) 阿寒湖におけるマリモの生育状況調査

次いで1919年、史蹟名勝天然記念物調査委員であった吉井が阿寒湖におけるマリモの生育状況を調査してその学術的な価値の高さを認め(吉井1919)、この調査結果を踏まえて1921年、マリモは野幌原始林、藻岩原始林、円山原始林、厚岸湖牡蛎島の植物群落、後志羊蹄山の高山植物帯とともに北海道で初めて国の天然記念物に指定された。

これを機に、阿寒湖ではマリモの保全を講ずるべく、資料2「阿寒湖におけるマリモの生育状況に関する主要な調査記録」に取りまとめたように、数多くの生育状況に関する調査が行われるようになった(川上1897-1898、吉井1919、1925、1956、北海道庁内務部1925、西村1926、菅野1934、三好1938、館脇1949、1952a、1952b、マリモ調査隊1963、山田1973、1976、黒木1973、黒木ら1976a、阿寒町教育委員会1978、1998、黒木編1986)。これらの大半は、球状マリモの生育状況に関する観察に基づくものであったが、マリモ群生地における定量的な生態調査は1950年代初頭に館脇(1952a、1952b)によって初めて行われ、以降、黒木ら(1976a)、黒木編(1986)、阿寒町教育委員会(1998)によって分布や現存量、個体群構造に関する知見が蓄積されてきた。また、阿寒湖の全域を対象とした生育分布調査としては、マリモ調査隊(1963)ならびに阿寒町教育委員会(1998)がある。

(3) マリモの生理・生態学的な研究

上述したように、1921年天然記念物に指定されるなど、マリモが巷間や学界の注目を集めた背景には、マリモが一般の大型生物には見られない球状の集合に発達する性質

を備えていたことがあるのは疑いない。わが国で最初にマリモの球形化現象を論じたのは西村（1923）で、それまでにヨーロッパで報告されていた球形化現象のメカニズムに関する諸説をレビューするとともに、自らの実験・観察結果に基づき、「光合成による気泡の形成と藻体への付着によって藻体が回転し、球形化する」という新しい仮説を発表した。また、菅野（1934）は、従前の仮説を整理して阿寒湖における球状マリモの生成過程を考察し、佐野ら（1994）および若菜ら（1999）、若菜（2001）は阿寒湖における球形化現象の多様性について述べている。球状マリモの生成動態については、黒木ら（1976a）が阿寒湖における球状マリモの個体群構造に関する調査結果を踏まえ、球状マリモが崩壊しては生長をくり返す特異な生活史を有することを明らかにした。また、若菜・岸（1997）および山本ら（2003）はマリモが波動によって崩壊する際の打ち上げ現象について、詳しいプロセスや波動条件の解析結果を報告している。さらに、マリモの球形化現象に関する実験生物学的なアプローチとして、山田・阪井（1961）ならびに吉田（1962）は、マリモが球状形態を維持するために水流による回転が必要であると報じ、また Nakazawa（1973）および中沢・安部（1973）は回転培養装置を使って世界で初めて人為的に球状の集合を生成することに成功している。

他方、こうした研究の基礎となる生活史については、西村・菅野（1927a、1927b）がマリモの遊走細胞の観察結果を報告し、さらに藪（1975）は、培養条件下における遊走細胞の形成について述べている。そして、これらの知見を踏まえ、山田（1994）はマリモの生活史を図示した。

藻体の生長条件や球状マリモの生長速度については、西村（1926）が室内培養の方法について言及し、後に館脇（1990、1991）は培養条件下における生長の最適温度などを明らかにする一方、若菜（1994、1999b）は培養液への塩類の添加による生長促進現象について報告し、その進化生態学的な意義を考察した。

生長や生物生産の基礎となるマリモの光合成－光－温度関係については、横浜らを中心として実験研究が進められ（横浜・館脇 1991、長尾ら 1992、1993、長澤ら 1994、横浜ら 1994a、1994b、吉田ら 1994、1998、Horiguchi *et al.* 1998、横浜・堀口 1999、横浜 2010）、球状マリモはその球という形態を反映して直径が増大するほど光補償点および最大光合成速度が上昇することが見いだされるとともに、球状マリモの表層と内部では光合成色素の組成や葉緑体の微細構造にも違いがあることが確認されている。そして、若菜（1993a、1999a、2003）は、これらの知見とマリモ群生地における光強度や濁度の観測結果を用いて、生育条件としての阿寒湖の最近の光環境の適否を数理的に評価する一方、環境条件が良好であれば球状マリモは年に 2～4 cm 直径を増大させることを示した。また、照本（1959a、1959b、1960、1962a、1962b、1964、1965a、1965b）は、マリモの耐乾燥性や耐凍結性、耐熱性について実験生態学的なデータを提供している。

阿寒湖における長期的なマリモの生育状況については、マリモの細胞壁が長期間にわたって湖底堆積物中に残存する性質を利用して（Einarsson 1982）、浅水域における過

去数百年間のマリモの分布や生育密度の変遷を再構成する試みが行われている（環境省自然環境局 2007）。

また、マリモの希少生物としての現状や危急度を論じたものとして、千原（1980、1991、1994）、吉田（1991、1994、1998、2000a、2000b）、若菜（1993a、1999 a、2007、2008a）、環境庁（1997）がある。

この他、マリモの科学研究や保護の歴史を網羅する総説・著作として、俵（1989）、中沢（1989）、種市（1990）、特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会（1990）、阪井（1991）、若菜（1993b）、芳賀（1994）、横浜（2010）が著されており、また若菜（1992）は、1991年までに発表された生物学的な論文を初め、阿寒湖における陸水学的な知見や人文学的な資料を目録してまとめている。

2. マリモの系統と分類

阿寒湖のマリモが、川上（1897-1898、1898）によってクラドフォラ・サウテリと同定され、毬藻（マリモ）の和名を与えられた経緯については前節で述べた。その後、西村（1923）は、Heering（1921）による属の変更を踏まえて学名をエガグロピラ・サウテリに変更し、さらに菅野（1934）は阿寒湖以外でも分布が知られるようになった日本とその周辺のマリモについて、ヨーロッパの知見をふまえつつ主に集合の形態に応じて次の4種に分類した。

エガグロピラ・サウテリ・プロフンダ（不規則形集団）

湖底に付着生活する藻体が基部細胞の枯死によって遊離した不規則な集団で、比較的静穏な波動による回転運動が少ない環境の湖に生活するもの

エガグロピラ・ラゲルヘイミィ（纏綿〔てんめん〕状球形集団）

不規則集団から球形集団を形成する初期過程に相当し、波動による回転作用によって糸状体が不規則に配列・錯綜して纏綿状の球形集団を呈するもの

エガグロピラ・サウテリ（放射状球形集団）

纏綿状球形集団を形成した後、長期間にわたって波の回転運動の作用を受けて二次的な変化を生じ、放射構造をとるようになったもの

エガグロピラ・サウテリ・ボルゲアナ（内空表層状球形集団）

放射状球形集団で大型化したものが中心細胞の枯死によって空所を生じたもの

この分類は、生態的な多型の認識を基本としており、各々の分類群は相互に変化し得るものと考えられていたが、その後、わが国におけるマリモ類の分類は、集合の形状や

大きさ、細胞の形態などの違いによって、さらに細分される方向に進んだ(羽田 1940、Nagai 1940、小林・岡田 1953、Tokida 1954、Okada 1957)。

そして、Sakai (1964) は、日本とその周辺地域におけるシオグサ属藻類の分類を全面的に見直して 30 種に整理した際、「クッション状で不定仮根が体のどこからでも出、枝の付着の仕方と出差(枝が新たに形成される際、枝の出た側の細胞が伸長して枝を押し上げる現象)が穏やかなもの(阪井 1991)」をマリモ亜属としてまとめ、海産の 4 種、淡水産の 2 種を記載した。マリモはこの分類の変更によって、Kützing (1849) が設けたマリモ亜属に戻されたため、学名もクラドフォラ・サウテリに戻され、この段階でいわゆるマリモ類として、円筒形の細胞を持つクラドフォラ・サウテリ(マリモ)と棍棒状の細胞を持つクラドフォラ・ミニマ(ヒメマリモ)の 2 種 5 分類群に再編されることになった。その結果、それまで品種プロフンダとされていた釧路湿原塘路湖産のマリモ類と新たに生育が確認されたシラルトロ湖のマリモ類は、阿寒湖と同じ品種サウテリ(マリモ)に加えられた。また、品種プロフンダとされた阿寒湖産の浮遊型マリモ類も、形態的な差異がないとして同じくサウテリに移された。その一方で、阿寒湖で新たに確認された石に付着するマリモ類(阪井・榎本 1960)は、クラドフォラ・ミニマの新品種クラッサ(和名フトヒメマリモ)に分類されることになった。

この後、マリモをクラドフォラ・サウテリとする学説に変更は加えられなかったものの、品種や変種をはじめとする近縁なマリモ類については、その分類学的な位置や名称の取り扱いをめぐって諸説が発表された。例えば、1977 年に発刊された「日本淡水藻図鑑(廣瀬・山岸編 1977)」では、細胞の形態(円筒状か、棍棒状か)や集合の形状(内部に空隙が生じるかどうか、あるいは球形か、それとも不定形か)、生活状態(岩石など付着基質上で生育するか、それとも浮遊状態で生活するか)の違いによって、マリモの他、フジマリモ、トロマリモ、カラフトマリモ、チシママリモ、ヒメマリモ、フトヒメマリモの 7 品変種を認めている。

他方、このような多くの分類群を認める見解に対して、van den Hoek (1963) は、形態的・生態的な違いは同一種内の変異であるとして、クラドフォラ・エガクロピラ(マリモ)のみの 1 種にまとめる説を提唱し、わが国では Niiyama (1989) が形態学的な比較研究の結果に基づいてこの説を支持していた。

こうした、いわゆる多種説と 1 種説の論争に対して、Hanyuda *et al.* (2002) および Yoshii *et al.* (2004) は、国内外の各地で得られたマリモ類について 18SrRNA 遺伝子を用いた分子系統学的な解析を行った結果、日本産マリモ類の系統はいずれの説も支持せず、それまでマリモと同種とされていた(Kanda 1991) 富山県立山町に産する未記載種(仮称タテヤママリモ)に二分されることを明らかにした。また、従前報告されたマリモ類の原記載標本であるコンフェルバ・エガグロピラ(Linne 1753)が採取されたスウェーデンのダンネモーラ湖に産する当該藻類を得て分析した結果、日本産のマリモと同種であることが確認され、学名を命名規約に従って Kützing (1843) が「分枝

する糸状体は集まって球形をなす」ことを根拠としてコンフェルバ属からエガグロピラ属を分離・独立させた際に命名したエガグロピラ・リンナエとすべきであることも明らかになった。さらに、この研究において構築された系統樹では (図 4-1)、マリモの他、シオグサ属の一部、アオミソウ属、ジュズモ属、バシクラディア属、アルノルディエラ属、ウィットロキエラ属が、従前のシオグサ目とは異なる群 (クレード) を生成する近縁な関係にあることも判明した。これは未知の群類群であったため、便宜上「マリモ・クレード」と呼ばれていたが (羽生田・植田 1999)、近年、マリモ・クレードを構成する群類群について再検討を行った Bödeker (2010) は、これをアオミソウ科およびニセシオグサ科 (新称) とすることに加え、上述したタテヤママリモについて新属のエガグロピロプシス (マリモモドキ) 属とすることを提唱している (図 4-2)。

このような分子系統学的な情報の蓄積によって、マリモの生物地理学的な実態解明が進み、マリモは阿寒湖や先に述べた塘路湖やシラルトロ湖のほか、琵琶湖、山梨県の富士五湖、青森県の小川原湖とその周辺など、国内の 17 湖沼に分布していることが確認された (図 4-3)。しかしながら、阿寒湖・ペンケトー・パンケトーは阿寒川水系に、釧路湿原のシラルトロ湖・塘路湖・達古武沼は釧路川水系に含まれ、また青森県の内沼と姉沼も短い水路で小川原湖につながった同一の水系となっており、水系単位で見るとマリモの生育分布は極めて限定的となっている。

海外でも、オーストリア、スウェーデン、エストニア、アイスランド、アメリカ合衆国などの湖沼で、同種とみなされるマリモの存在が明らかになっており、これまでに生育が確認されている湖沼は 200 あまりにおよぶ (Bödeker *et al.* 2010)。

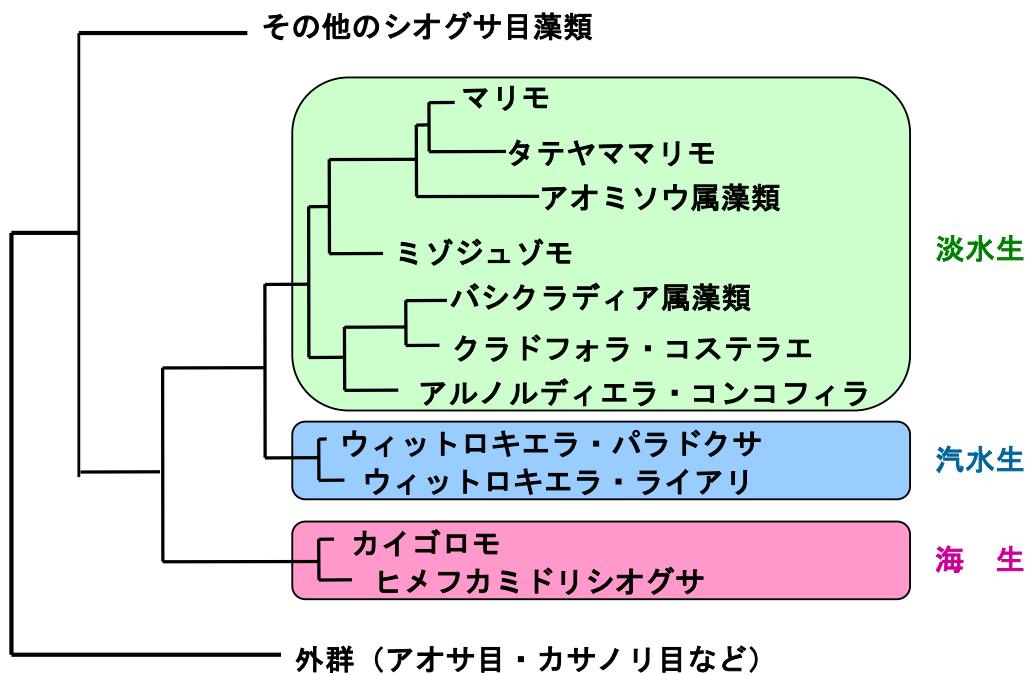


図 4-1. マリモ・クレードの 18SrRNA 最尤系統樹.

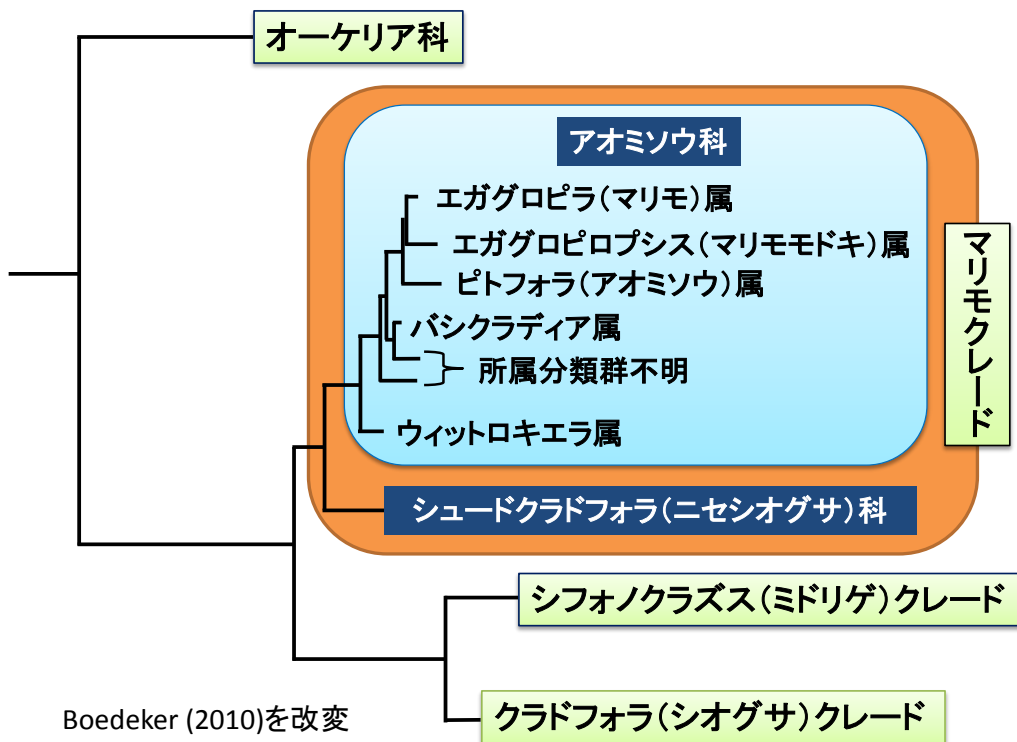


図 4-2. マリモ・クレード系統分類の新体系.

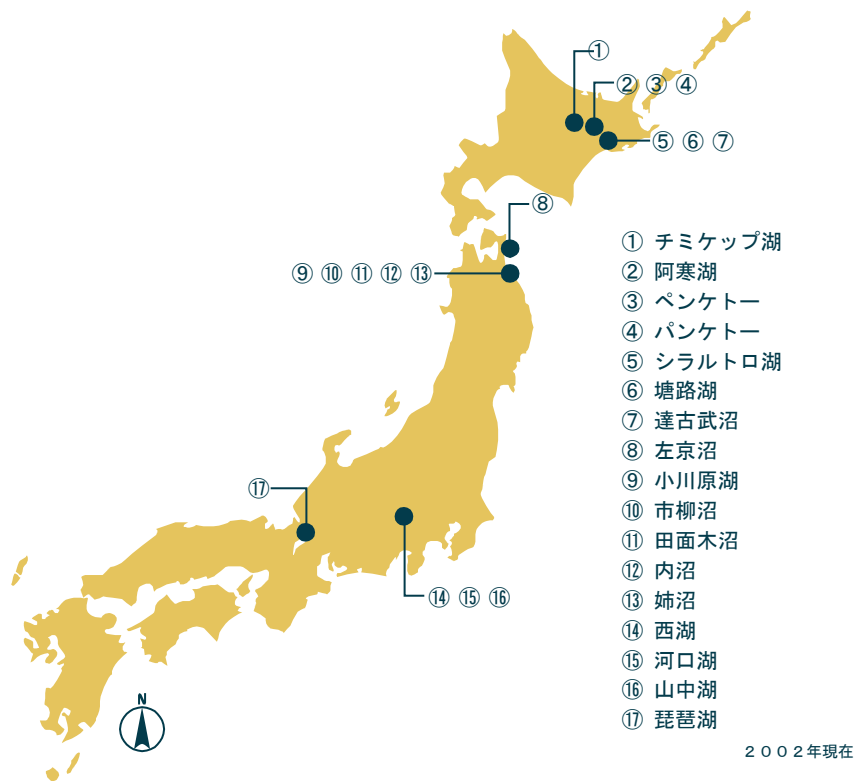


図 4-3. 日本国内におけるマリモの分布. 現在までに国内の 17 湖沼でマリモの生育が確認されている.

これらの知見から、マリモは北半球の高緯度地方に広く分布する広汎種であることが明らかとなった。さらにその大半は、上述した岩石に付着した生活状態のものや、綿くず状になって湖底を浮遊するもので、球状集合を生成し、なおかつ球状マリモが群生しているのは、阿寒湖とアイスランドのミーヴァトン湖の二つに限定されることが判明した（図 4-4、若菜 2010）。阿寒湖のマリモが天然記念物に指定された根拠は、形の珍しさと生育分布の局在性にあったが、球状マリモの存在は世界的に見ても希少な存在であることが最新の研究によって改めて裏付けられたことになり、2006 年にはアイスランドのミーヴァトン湖に生育するマリモが同国の保護対象生物に指定されている。

また最近、進化速度の速い DNA 領域（ITS: 内部転写スペーサー）の塩基配列の比較研究から、変異のパターンには地域性があり、変異が生じたと推定される時期・順番などから、種としてのマリモは日本列島周辺に起源し、数万年前に北米やヨーロッパに移動・分散したと考えられる結果が得られている（Bödeker *et al.* 2010）。

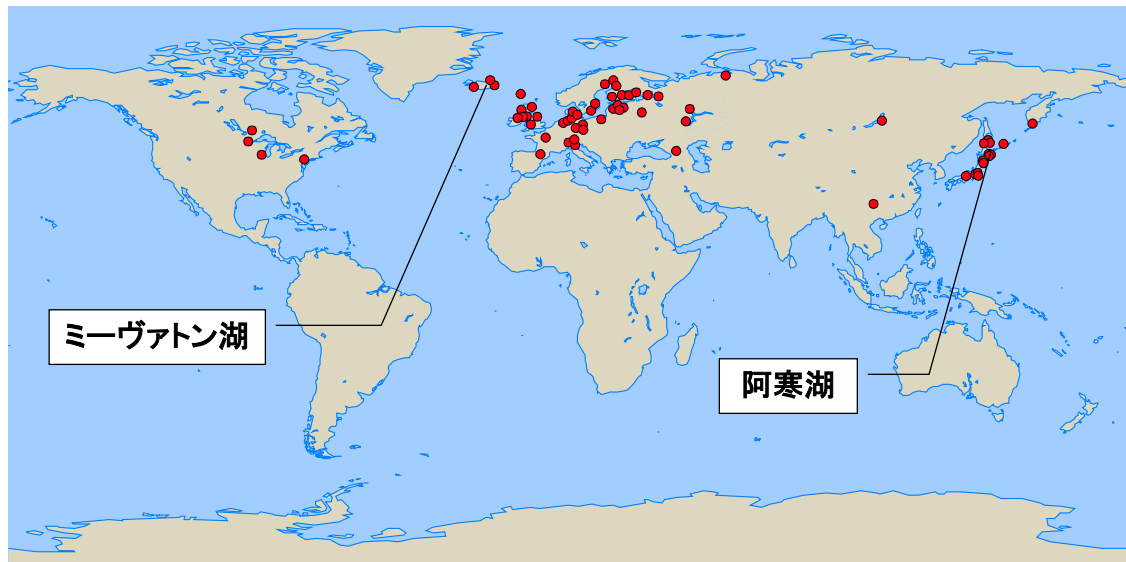


図 4-4. マリモの世界分布と球状マリモが群生する湖 (2007 年現在). マリモは北半球の高緯度地方に帯状に分布しており, このうち阿寒湖とアイスランドのミーヴァトン湖で球状マリモの群生が確認されている.

3. 生活形の多様性

従前、多くの種類に分類されていたことに象徴されるように、マリモの形態と生態はきわめて多岐に富む。しかしながら、一部の研究者は古くからマリモおよびその近縁種における生態的・形態的な多様性を認め、生育環境の違いから理解すべきものとの見解を示していた (Lorenz 1856、菅野 1934、長井 1988)。そこで、阿寒町教育委員会 (1998) および若菜ら (1999a) は、先に述べた分子系統学的な最新の研究成果を踏まえ (羽生田・植田 1999、Hanyuda *et al.* 2002)、従前の知見に阿寒湖を初めとする各地のマリモ湖沼における独自の生態観察の結果を交えつつ、マリモの生活形を次の三つに類型化している。なお、集合を構成する単位となる 1 個体のマリモは、円筒形の細胞が枝分かれした灌木状の体からなっていて、大きくなると長さが 3~4 cm に達し、これを「糸状体」とよんでいる (図 4-5-D)。

着生型：糸状あるいは房状の体構造を有し、岩石や貝殻のような基質に付着して生活するもので (図 4-5-A)、このような生活状態にある糸状体を「着生糸状体」とよぶ。

浮遊型：着生糸状体が基質から遊離したり、次に述べる集合体が壊れて藻の断片を生じたりして、これが湖底に堆積するか、場合によっては湖底を漂いながら

生活するもので（図 4-5-B）、このような生活状態にある糸状体を「浮遊糸状体」とよぶ。

集合型： たくさんの糸状体が集まって塊をつくり、浮遊糸状体と同様の生活を送るもので（図 4-5-C）、このような生活状態にある糸状体の集まりを「集合体」とよぶ。集合体のうち、特に糸状体の集まりが密で真球に近いものは「球状集合体」あるいは「球状体」ともよばれ、本稿ではこのようなマリモを「球状マリモ」と表現している。

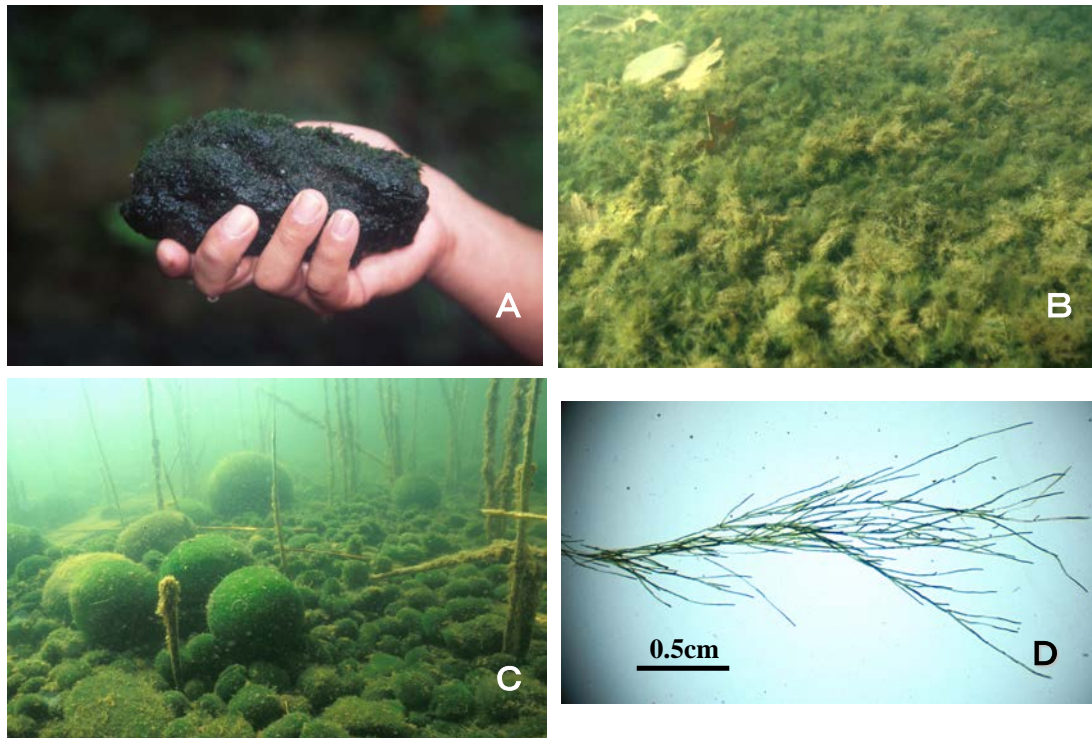


図 4-5. 阿寒湖で見られるマリモ生活形の多様性. A: 着生型, B: 浮遊型, C: 集合型 (球状マリモ), D: 糸状体.

阿寒湖では全域を対象とした調査が現在も進んでおり、2007年までに湖内の16か所で、マリモが高密度で生育している水域が確認されている。各々の個体群を構成するマリモの生態は水域の環境によって異なり、以下のような特徴を備えている（若菜ら1999、若菜2010）。

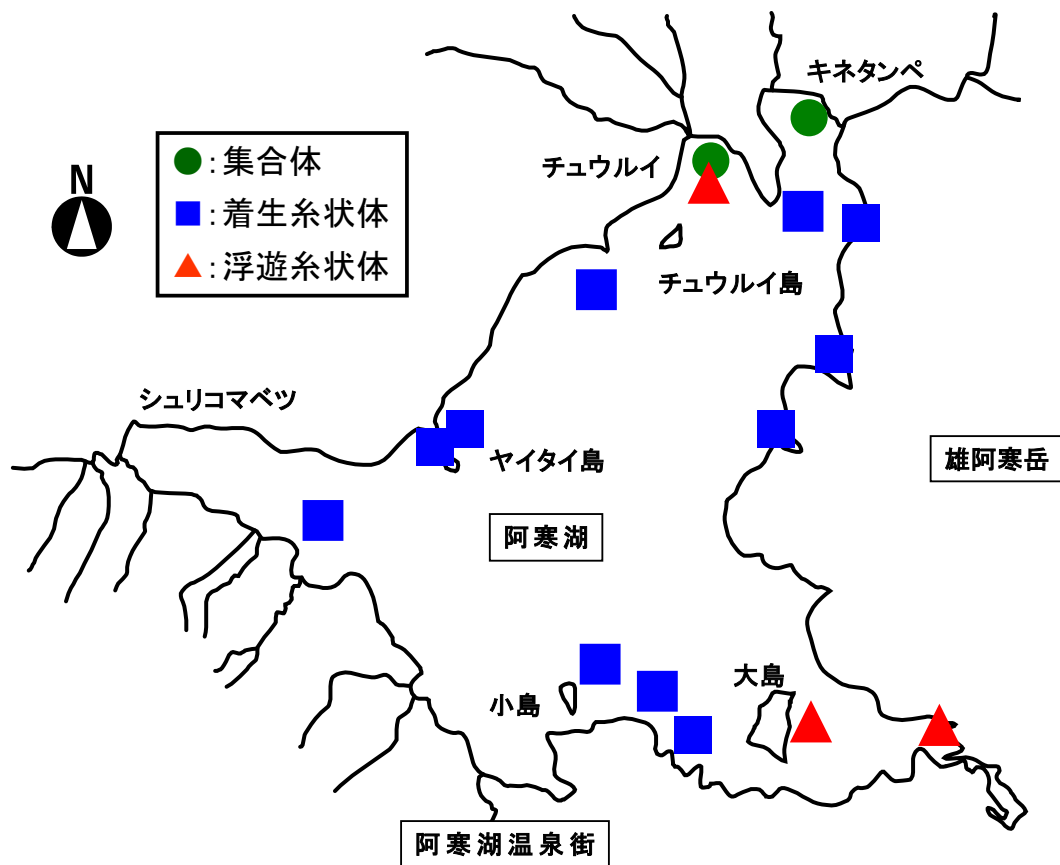


図 4-6. 阿寒湖における主要なマリモ個体群の分布状況 (2007 年現在). 生育環境の違いに応じて着生型 (■)・浮遊型 (▲)・集合型 (●) すべての生活形が見られる.

(1) 着生型

着生型は、従前フトヒメマリモ (Sakai 1964) に分類されていたもので、糸状体は他の多くの大型藻類と同様、仮根で岩石や貝殻の表面に付着して生活している (阪井・榎本 1960)。マリモの最も基本的な生活形である。マリモは多年生で陰性の光合成特性をもつため (横浜ら 1994b)、光強度が微弱な深所でも生活することが可能であり、阿寒湖では泥が堆積しにくい大きな礫の側面上であれば水深 12 m くらいまで分布している (阿寒町教育委員会 1998)。また、富士五湖の一つである西湖では、湖底から地下水が湧き出す水深 6~16 m の湖底で底質が局部的に泥から砂礫質に変わり、これを付着基質として着生型のマリモが群生する例が知られている (西湖フジマリモ調査会 1995)。

阿寒湖の湖内で着生型のマリモの群生が確認されているのは、水深が比較的浅く、波当たりや湖水の流動が見られる湖内の 10 か所である (図 4-6)。雄阿寒岳からもたらされた溶岩が積み重なる東岸域や、波打ち際に親指大の小石が点在する西のヤイタイ島周辺 (図 4-7-A)、小島と大島の中の尾根地形の先端部などが主な群生場所となっている。

浅瀬で小石に付着する場合、波動によって動かされ易いため、マリモはその全面をコケ状に覆っているのが特徴である（図 4-7-B）。

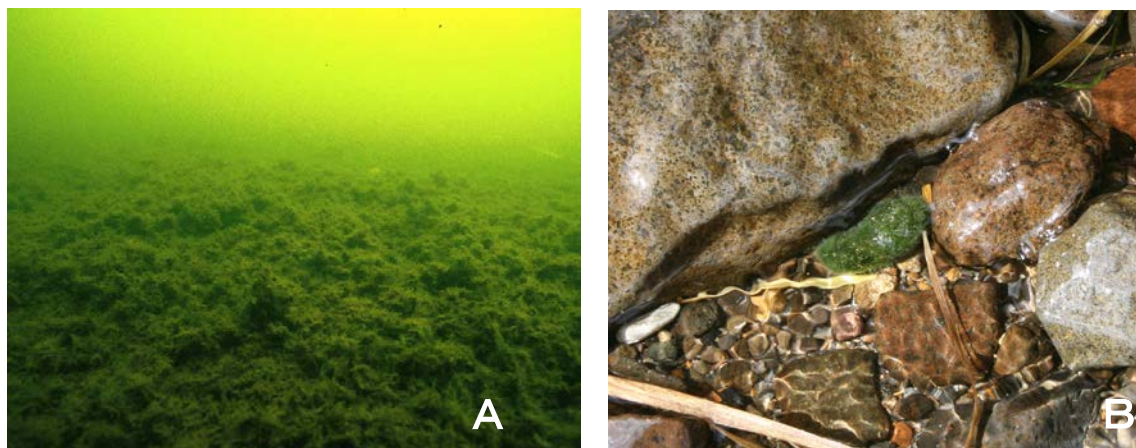


図 4-7. ヤイタイ島周辺で見られる着生型のマリモ. A: 水深 3 m の湖底に広がる着生型の個体群. B: 波打ち際で見られる小石の表面全体を覆ったもの.

(2) 浮遊型

浮遊型は、マリモ糸状体が綿くず状になって湖底を漂いながら生活するもので（図 4-5-B）、菅野（1934）の言うエガグロピラ・サウテリ・プロフュンダ（不規則形集団）に該当する。

マリモは、他の多くの藻類が短命で毎年繁殖と消失をくり返すのに対して、多年生の生活史を有しており、何年も生き続け、生長を続けることができる。その一方で、マリモは薄暗がりでも生長できる陰生の生理特性を持っており、また長いあいだ暗黒におかれても、容易に死んだり、枯れたりすることがない（若菜 2007）。こうした特異な性質によって、浮遊型のマリモは光の弱い深所や、たくさんの糸状体が積み重なって相互に被陰する条件でも生活することが可能となり、阿寒湖では、チュウレイ沖合の水深 4～6 m の湖底（黒木ら 1976a）や雄阿寒岳南西岸の閉鎖的な小湾など（阿寒町教育委員会 1998）、湖内の 3 か所で厚く堆積しながら群落を形成している（図 4-6）。

(3) 集合型

集合体は、その内部構造から二つに大別される。一つは、「放射型」とよばれるもので（図 4-8-A）、菅野（1934）の言うエガグロピラ・サウテリ（放射状球形集団）に該当する。集合が小さな段階では、複数の糸状体と同じ方向を向いて密に配列しているが、これが生長して大きくなると糸状体の基部が集合の中心を、頂部が集合の外側を向いて配列した放射構造を取る。菅野（1934）は、次に述べる纏綿（てんめん）型の集合を

生じた後、二次的に放射構造に移行すると考え、後年、黒木ら（1976a）も同様の見解を述べているが、後述するように、阿寒湖のチュウルイでは大型の放射型の球状マリモが波動によって小さな断片を生じ、それが再び生長して生成したものであることが確認されている（若菜ら 1999）。

もう一つは、浮遊糸状体が波の力を受けて不規則に絡み合い球状に発達する「纏綿型」で（図 4-8-B）、菅野（1934）がエガグロピラ・ラゲルヘイミィを纏綿状球形集団とよんだことに依拠している。近年では、「絡み合い型」と称される場合が多い。放射型が糸状体の伸長生長によって大型化するのに対して、纏綿型は周辺に散在する糸状体をまとわせ付けて大型化する点で生成のメカニズムは全く異なり、阿寒湖では主に雄阿寒岳南西岸の小湾で生成する。

マリモの糸状体は、先に述べたように多年生および陰生という性質を備えているため、複数の糸状体が接着した状態で叢生したり、相互に密集しながら絡み合って集塊を形成したりしても、光のあたらない内部の糸状体が長期にわたって枯死を免れることができる。これが、マリモが他の植物には見られない集合形態を維持し、なおかつ集合型では表面の糸状体が光合成によって外側へと生長して大きな集合に発達できる背景になっていると考えられている（若菜 2007）。

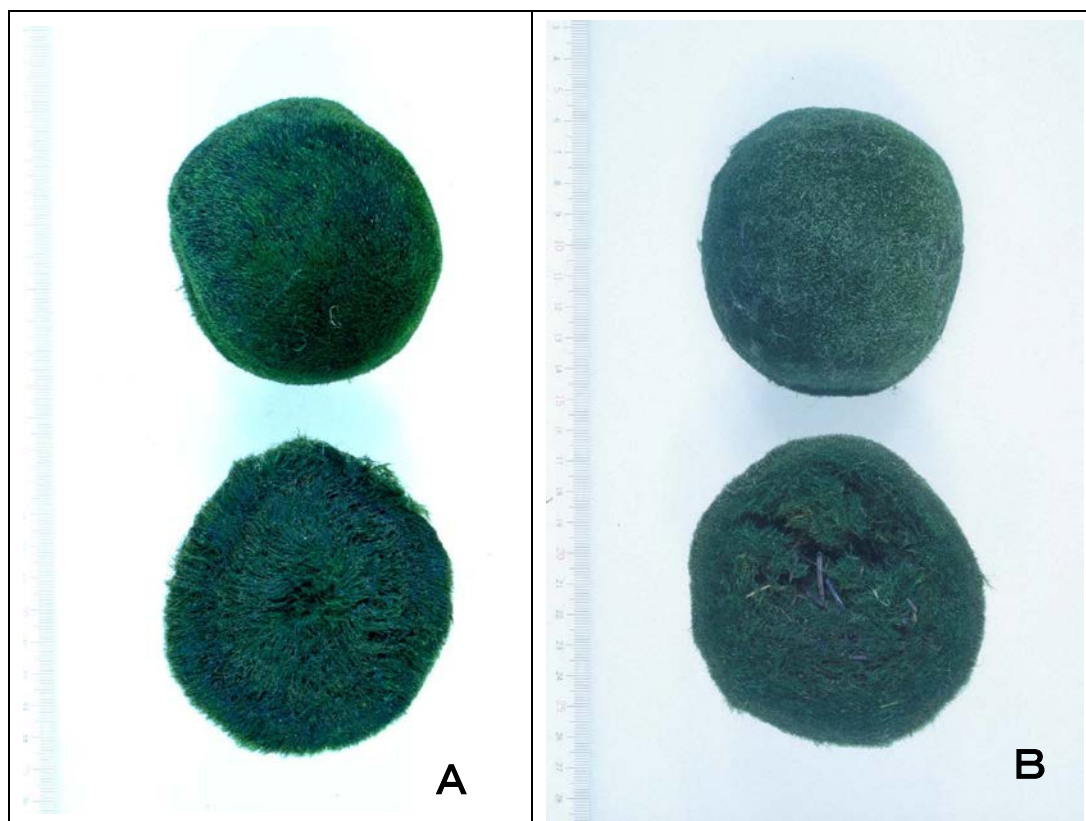


図 4-8. 球状マリモの内部（いずれも直径は約 9 cm）。

A：放射型，B：纏綿型．上が表面で，下が切断面．

(4) 放射型球状マリモの生長と空洞形成

球状マリモの内部構造は、前述したように直径が小さな段階では複数の糸状体が同じ方向を向いて密に配列しており、これが生長して大きくなると糸状体の基部が集合の中心に配した放射構造を取るようになる(図 4-8-A)。この時、集合の内部は中心まで糸状体が充実しているが、直径が 10 cm を超えるころから中心部の糸状体が枯死・分解して空洞を生じる(図 4-9)。表面側に残った糸状体の層(以下、これを「表層」と称する)は、糸状体が放射状に配列しつつ枝を相互に錯綜させて比較的強固な構造を備えており、厚さは 4~5 cm であるのが一般的である。このような空洞を有する球状マリモは、菅野(1934)がエガグロピラ・サウテリ・ボルゲアナ(内空表層状球形集団)とよんだもので、マリモが大型化した場合には必ず見られる性質となっている。

球状マリモがさらに生長して直径が大きくなっても、表層の厚さは増すことがないため、直径の大きな球状マリモほど大きな空洞を有することになる。直径が 20 cm ほどに達すると、表層はしばしば 2 cm 程度まで薄くなり、自らの構造を支えられなくなって水中で潰れたり(図 4-10-A)、球状マリモとしての比重が小さくなるため水流によって移動しやすくなり、湖岸に打ち上げられて破損したりする(図 4-10-B)。こうして生じた集合の断片の一部は、前述したように再び生長して球状マリモに発達する(図 4-11)。

以上のことから、阿寒湖の球状マリモは栄養生長を続けながら、破損と再生をくり返す生活史を送っていると考えられるが、こうした見方を支持するものとして、Soejima *et al.* (2009) は、阿寒湖の各所に生育するマリモ個体群の遺伝的な多様性をアイソザイム(酵素多型)分析によって検討し、着生型のマリモ個体群には遺伝的な多様性が認められるものの、球状マリモには多型が見つからず、クローンといってよい集団であることを明らかにしている。



図 4-9. 内部に空洞を生じた大型の球状マリモの切断面(直径は約 22 cm で表層の厚さは 4~5 cm)。

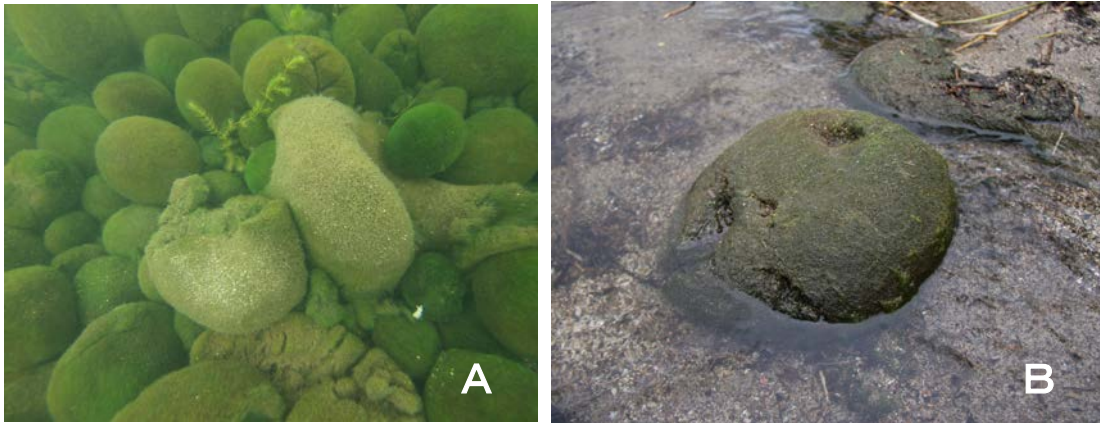


図 4-10. 大型化して破損しかけている球状マリモ。A: 水中でつぶれかけている球状体は回転できないため砂泥を被って白っぽく見える。B: 湖岸に打ち上げられた球状マリモは空洞を有するため、自重でつぶれてお供え餅のように扁平化する。

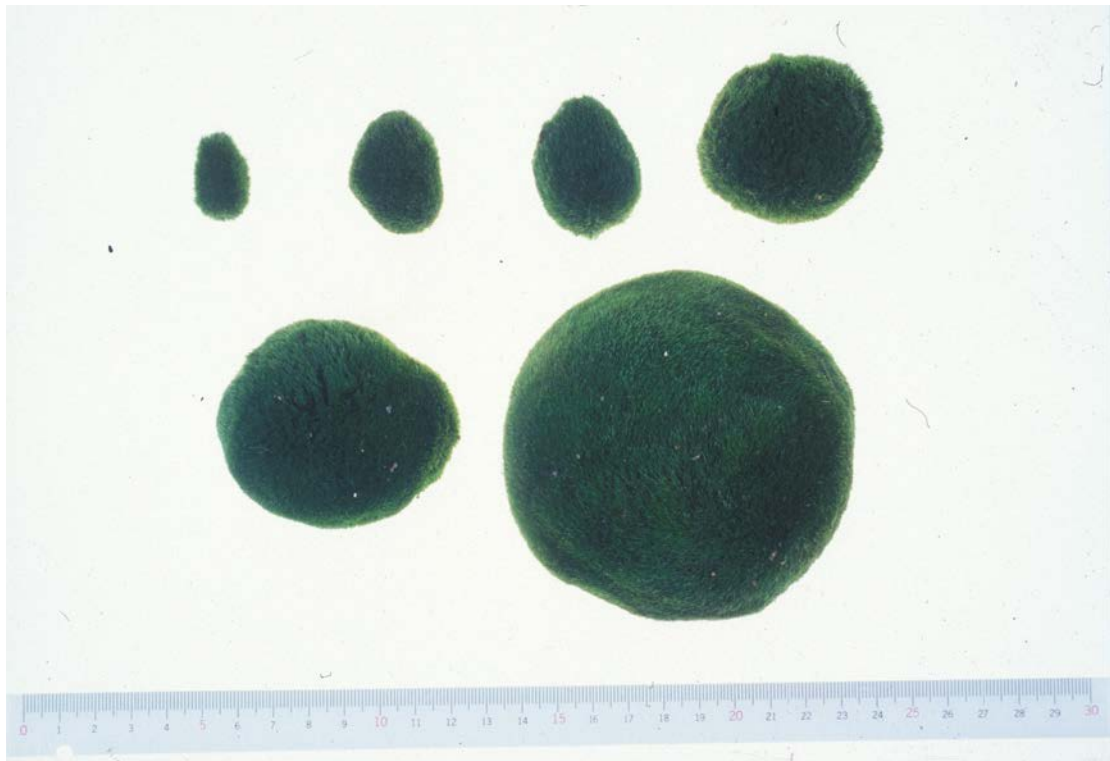


図 4-11. 阿寒湖で見られる球状マリモの発達過程。球状マリモが破損して生じた断片から再生する。断片を起源とする小さなマリモはたくさんの糸状体と同じ方向を向いて配列した楔形あるいは楕円形をしており、大きくなるに従って糸状体の基部が集合の内部に位置するようになる。直径が7 cmを超えるあたりから真球に近い形となり、最大で直径が30 cmを超えるまで大きくなる。

(5) マリモの形態的・生態的な多様性をもたらす阿寒湖の特異な環境構造

阿寒湖でこれほどマリモの形態と生態が多様化する背景には、多年生や陰生といったマリモの生物特性に加えて、阿寒湖が有する特殊な環境のつくりが大きく関与している。

第3章で述べたように、阿寒湖は十数万年前に形成された古阿寒湖とよばれる巨大なカルデラ湖を起源とし、その中央火口から噴出した雄阿寒岳の溶岩によってカルデラ内がいくつか堰き止められた結果、およそ1万年前に現在の阿寒湖やパンケトー、ペンケトーなどが生成した。こうした複雑な噴火史が、阿寒湖が出入りの激しい湖岸地形や複数の島を備えている背景となっており、それが場所ごとに湖水の流動環境や湖底傾斜、湖底の性状に種々の違いをもたらす原因となっている。この差異が、マリモの生育環境要素である分布水深や湖底の光強度、付着する岩石の大きさ、移動のし易さといった諸元に多様性をもたらし、マリモは環境のつくりに応じて着生・浮遊・集合のいずれかの生活形をとるようになると考えられている（若菜ら 1999）。

特に、球状マリモが群生する北部のチュウルイとキネタンペでは、外輪山の内壁を集水域とする小河川の浸食によって谷地形が発達し、今日、小さな入り江となっている（図4-6）。そして、川が運び込んだ土砂が河口付近に堆積して遠浅の砂浜を発達させており、こうした地形的な特性が、マリモが浅瀬に留まりながら波に揺られて球体に生長する条件として極めて重要な役割を担っているものと考えられている（山本ら 2003）。

また、阿寒湖に流入する河川や湖底から湧き出す地下水の水質は、周辺の地質や火山活動の影響によって、地域ごとに大きく異なっていることが最近わかってきた（若菜 2008b）。例えば、阿寒湖東部の雄阿寒岳山麓の場合、湖底や湖岸から高濃度のカルシウムイオンやナトリウムイオンを含む 20℃前後の温泉が1年を通じて湧出しており、一帯の湖面は厳冬期でも結氷することがない。そして、この近辺で着生型のマリモが群落を形成しており、阿寒湖のほかの水域でも浮遊型あるいは着生型のマリモが群生する場合には、ほとんど例外なくこのような湖底湧水が局地的な環境要素として備わっていることが明らかになっている。

ここまで述べてきたように、マリモの生物学的な知見は近年、大きく書き換えられつつあるのが現状である。本稿に取り上げなかった知見等を含め、現在までに得られている情報を表4-1 および表4-2 に整理した。

表 4-1. マリモの生物学的な知見や学説に関する新旧の比較

分野	従前の学説	新しい知見
学名	・ <i>Cladophora sauteri</i> (多種説) あるいは <i>C. aegagropila</i> (1種説)	・ 従前の学名は国際命名規約に違反しており、正しくは <i>Aegagropila linnaei</i>
分類	・ わが国ではマジマリモ・ヒメマリモなど 2 種 7 品変種に分類	・ DNA 解析の結果、マリモ属マリモと新属新種のタテヤママリモ属タテヤママリモの 2 種に分かれる
系統	・ シオグサ科のメンバー	・ 2010 年に新設されたアオミソウ科 (従来マリモ・クレードとよばれていた) のメンバー
分布	・ ユーラシア大陸北部	・ 北米大陸やアイスランドを含む北半球の高緯度地方に広く分布
生物地理	・ 不明	・ 日本列島を起源とし、最終氷期の前後に世界に拡散
生態・形態	・ 種によって形態や生態に差異 (形態や生態の違いによって種を分類)	・ 形態や生態の多様性は生育環境 (基質組成・流動条件・水深・光強度・塩分濃度) などの違いを反映したもの
繁殖方法 (生活環)	・ 栄養繁殖もしくは無性生殖	・ 孢子体世代と配偶体世代を有する同型世代交代
球化機構	・ 藻体 (糸状体) が波にもまれて集塊を生じこれが球体に発達	・ 球体の構造と発達過程は多様 (阿寒湖では、これまでに知られている 6 タイプのうち 4 タイプが確認されている)
生長速度	・ 非常に遅い (直径 3 cm になるまで 70 年)	・ マリモ集合の大きさや生育環境 (光強度・水温・湖水濁度・他種植物による被陰) などによって生長速度は異なるが、好条件なら 10 ~ 20 cm になるまで約 5 年
培養・栽培技術	・ 培養はきわめて困難	・ 海塩効果を利用した大量促成培養技術の確立

表 4-2. 阿寒湖におけるマリモの生態の知見に関する新旧の比較

現象	従前の見方	新しい知見
生育する種	・マリモとフトヒメマリモの2種が生育	・多様な生活状態のマリモが生育（フトヒメマリモはマリモの着生型） ・雄阿寒山麓の温泉（セセキモイ）にタテヤママリモが局在
湖内の分布	・北部の2か所だけに分布	・湖内に広く分布し、十数箇所に群落が存在
集団の遺伝子構造	・不明	・アイソザイム解析の結果では、球状マリモ個体群には多形が見られない（クローン）
球状体群落の構造	・球状マリモが壊れて糸状体を生成	・球状マリモ群落と糸状体マリモ群落は各々独自に生成
群落の生成機構	・不明	・湖底湧水や火山礫、湖水流動などを構成要素とする特殊な微環境が関与
群落の維持機構	・不明	・波浪によって壊れては再生を繰り返す
球体の構造	・放射型	・放射型、纏綿型など多様（これまでに4タイプを確認）
球化の機構	・糸状体が波にもまれて球体に発達	・現在の個体群は再生を繰り返したもので、生成の初期段階のものはみられない
繁殖方法	・栄養繁殖と無性生殖が混在	・同型世代交代を行うと推定される個体群が存在
近年の減少原因	・富栄養化との関連を指摘	・光合成－補償深度モデル、および環境構造モデルによる減少機構の説明
保護対策	・マリモの打ち上げは被害であり防止すべき ・移植や放流による増殖 ・生育地への立ち入り制限	・マリモの打ち上げは生活現象の一部 ・生態の多様性をふまえた生育環境の整備 ・生育地の適切な解放と教育普及への活用

4. マリモの生育状況の長期的変遷と現状

(1) マリモの生育状況の長期的変遷

これまでに実施された調査等の記録を巻末に示す資料 2 に整理した。これを基に、過去およそ 1 世紀に及ぶ阿寒湖におけるマリモの生育状況の変遷は下の表 4-3 のようにまとめられる。

表 4-3. 阿寒湖におけるマリモの生育状況の長期的な変遷

年	マリモの生育・被害状況	主な原因	文献
1897～1898	発見・和名（毬藻）命名		川上（1898）
1919～1921	球状マリモは湖内の 4 か所に群生、盗採の発生		吉井（1956）
1921	天然記念物に指定		
1924～1927	シュリコマベツのマリモが壊滅、投錨による破損	森林伐採による土砂流入など	吉井（1956）
1950～1952	チュウルイで大量のマリモが空気中に露出して枯死	過度な取水による湖水面低下	舘脇（1952a、1952b）
1952	特別天然記念物に指定		
1956	1950 年ころまでに西部個体群（シュリコマベツ）が消滅	湖水の汚濁など環境が悪化	吉井（1956）
1973～1985	球状マリモが 12 年間で約 4 割減少	湖水の富栄養化	黒木ら（1976a）、黒木編（1986）
1997	レッドリストで絶滅危惧 I 類に指定		

- ① 1920 年代初頭まで、マリモは阿寒湖のシュリコマベツ・大崎・チュウルイ・キネタンペの 4 か所に見られた。シュリコマベツ・チュウルイ・キネタンペでは、流入河川の河口に近い水深 1～3 m の浅瀬に点在、あるいは 3～4 層に重なり合って生育しており、小さなもので直径 12 cm、大きなものだと 27 cm に達した（吉井 1919、1956、北海道庁内務部 1925、西村 1926）。大崎における生育状況は、分布範囲が狭く、形は小さく、かつ不完全なもので、これ以降、生育の確認はない（吉井 1956）。
- ② 1919 年に吉井が現地調査に入った折、既にマリモが盗採され、首都圏でも売買されていた（吉井 1919）。
- ③ 1920 年代後半（1924 年 11 月 6 日発行の釧路新聞によると 1924 年、三好〔1938〕によると 1929 年）、シュリコマベツに流入する尻駒別川の上流で森林伐採が行われ、伐木を流送した結果、マリモが土砂に埋没したり、水質が汚濁したりするなど

の被害が発生し（菅野 1934、三好 1938）、1940年代には壊滅状態に陥った（舘脇 1949）。

- ④ また同時期、マリモの観覧を目的とした船による投錨の影響が指摘されている（三好 1938）。
- ⑤ 1950年に過度な取水による水位低下によってチュウルイとキネタンペのマリモが広範囲にわたって露出し、枯死する被害が発生し（舘脇 1952a、1952b）、1956年に現地を視察した吉井（1956）は、チュウルイにおける著しい減少を指摘した（吉井は観光船のマリモ生育地乗り入れによる環境の攪乱を問題視）。
- ⑥ また同じ 1956年の吉井の調査で、シュリコマベツにおけるマリモの消滅を確認するとともに、著しい湖水の汚濁が指摘されている。シュリコマベツにおける環境の悪化は、1958～1960年に全域の分布調査を行ったマリモ調査隊（1963）によっても報じられた。
- ⑦ 1970年代に入ると、湖水の富栄養化が顕在化して、マリモ生育地における水草の増加などが問題視されるようになり（黒木 1978）、1980年代には大型の球状マリモが大幅に減少していることが確認された（黒木編 1986）。
- ⑧ 湖水浄化対策が行われた 1990年代以降、マリモの減少に歯止めがかかったとみられているが、回復の兆しはない（若菜 1999b）。

（2）マリモの生育状況の現状

2007年までに確認されている阿寒湖全域におけるマリモの分布状況は、図 4-6 に示した通りである。20世紀前半まで球状マリモの群生が知られていた西部のシュリコマベツおよび大崎ではまったく見いだされていない。

一方、球状マリモが現在も群生するチュウルイとキネタンペでは、1997年に延べ1,000名を超えるボランティアが参加して、600か所を超える調査点から7万点におよぶ標品を得、大きさや湿重量、形状等を記録した結果、マリモの大きさ別の分布、現存量、個体群構造の全体像が初めて明らかになっている（阿寒町教育委員会 1998）。

概要としては、両湾合わせて約 12.5 ha の面積（表 4-6）に 6 億個を超えるマリモの集合が分布しているものと推定されたが（表 4-4）、その大半は 1 cm に満たない小塊で、直径 15 cm を超えるものは 20 万個、25 cm 以上の大型マリモは 3,000 個程度という結果が得られ、大型の球状マリモが希少な存在であることが確かなものとなった。その一方で、大きさ別の湿重量は、個数と同様、小型の集合体が大半を占めているものの、大型の球状マリモは 1 個あたりの湿重量が大きいいため、群落全体に占める割合が大きくなっていった（表 4-5）。また、チュウルイとキネタンペを比較すると、後者では分布面積が狭いにもかかわらず、総湿重量はチュウルイを上回ることが確認された。以上の結果から、チュウルイには大型の球状マリモが多く、キネタンペでは 5～15 cm とやや小型であるものの狭い水域に密生している特徴が明らかとなった。

これ以前に実施された調査との比較については、調査方法が異なるため現存量の比較は容易でないとしつつも、集合体の分布面積は 1985 年の調査でチュウレイが 86,500 m²、キネタンペが 25,500 m²と報告されていることから（黒木編 1986）、マリモの生育量はこの 12 年前と比べてほとんど変わらないか、やや増加しているものと考えられている。

また、上述した球状マリモを産するアイスランドのミーヴァトン湖との比較生態学的な調査が 1999 年から 2004 年にわたって実施された結果、同湖における球状マリモの個数は阿寒湖の数十倍と推定されるものの、糸状体の密度が低く粗雑で、最大直径は 12cm 程度までであることが明らかとなった（Einarsson *et al.* 2004）。この知見から、「阿寒湖は世界で唯一、大きな球状マリモが群生する湖」と言明することが可能となった。

表 4-4. チュウレイおよびキネタンペにおけるマリモ集合体の個数

長径 a (mm)	チュウレイ	キネタンペ	合計
0<a≤50	4.23×10 ⁸	2.19×10 ⁸	6.42×10 ⁸
50<a≤100	0.28×10 ⁸	0.35×10 ⁸	0.63×10 ⁸
100<a≤150	18.9×10 ⁴	43.4×10 ⁴	62.3×10 ⁴
150<a≤200	8.6×10 ⁴	12.8×10 ⁴	21.4×10 ⁴
200<a≤250	1.6×10 ⁴	0	1.6×10 ⁴
250<a	0.3×10 ⁴	0	0.3×10 ⁴
合計	4.51×10 ⁸	2.55×10 ⁸	7.06×10 ⁸

表 4-5. チュウレイおよびキネタンペのマリモ湿重量 (t)

長径 a (mm)	チュウレイ	キネタンペ	合計
集合体			
0<a≤50	71.3	49.0	120.3
50<a≤100	24.7	42.6	67.3
100<a≤150	19.7	48.2	67.9
150<a≤200	21.0	21.7	42.7
200<a≤250	5.6	0	5.6
250<a	1.3	0	1.3
小計	143.6	161.5	305.1
浮遊糸状体	110.7	12.2	122.9
合計	254.3	173.7	428.0

表 4-6. チュウルイおよびキネタンペのマリモ分布面積 (m²)

生活形	チュウルイ	キネタンペ	合 計
集合体	79,200	45,600	124,800
浮遊糸状体	50,400	35,200	85,600
合 計	129,600	80,800	210,400

第5章 マリモ保護管理対策の経過と課題

1. 保護対策の歴史と現状

川上（1897-1898）のマリモ発見・命名から間もない1919年、史蹟名勝天然記念物調査委員であった吉井が阿寒湖におけるマリモの生育状況を調査してその学術的な価値の高さを認め、同年発行された報告書「史蹟名勝天然記念物調査報告第四号（吉井1919）」の中で、①生長の極めて遅いマリモを一度乱獲してしまうと生育地の個体数は容易にもとの状態に回復しない、②マリモが地球上の限られた湖沼にしか分布しないのは、その生育条件が特殊だからで、生育地である湖の状態を人為的に変えてしまえば発育や繁殖の悪化を招く、という2点からマリモ保護のために現状を保全する必要性を説いた。また、保護の方策として、「まだ自然の状態に保たれているうちにマリモの採集を厳禁することは無論、生育地の状態に変化をきたすような行為を禁ずるべきである」とも述べている。

しかし、同じ報告書の「現在の管理保存方法なし」という記述が暗示するように、今日まで少なからぬ保護対策が施され、また様々な調査研究も行われながら、20世紀を通じてマリモは減少を続けてきた現状にある。一例をあげれば、湖水の富栄養化によって大きく衰退したチュウルイとキネタンペの球状マリモを保全すべく、1980年代に公共下水道の敷設などの水浄化対策を行い、水質の改善とマリモの減少に歯止めをかけることはできたけれども、20世紀前半に消失したシュリコマベツならびに大崎の球状マリモ群生地は今なお回復する兆しは見え、恒久的な保護対策を講じられたとは言いがたい。

この背景には、マリモの生態に関する知識が乏しかったがために、どのような保全対策が適切あるいは有効なのか、科学的に論考・論証することが容易でなかったという経過があり、またそれゆえ、様々な開発行為が発生する中でマリモの被害が顕在化するたび、試行錯誤をくり返しながらかつて対策の道を探って来たという現実がある。この一連の歴史については、若菜（1993b、1999a、2008a）が取りまとめを行っており、さらに「阿寒湖の水環境と水生生物の保全・管理手法に関する検討調査（環境省自然環境局 2007）」の中で、現在までに実施あるいは提言されたマリモ保護対策を整理し、次の「マリモの保護管理」「生育環境の保護管理」「普及啓発」の3分野における12のカテゴリーに類型化している（表5-1）。本稿では、この結果を踏まえ、マリモ保護対策の歴史と現状、ならびに課題について述べる。

表 5-1. これまでに実施あるいは提言されたマリモ保護対策

分野	年	被害や課題	提言あるいは実施された保護対策
マリモに直接影響を及ぼすもの	1910年代～	① 盗採（盗採および盗み取ったマリモの密売買）	採取行為の禁止、取り締まりの強化、監視人の配置
	1930年代～50年代	② 森林伐採（木材流送によるマリモの崩壊・腐死、生育地の攪乱、水質悪化）	伐採事業の中止
	1930年代～50年代	③ 観光船の乗り入れ（観光船の乗り入れによるマリモ群落の攪乱、投錨・タモ入れ・竿入れ）によるマリモの破壊	監督の強化、乗り入れの禁止
	1950年代～90年代	④ 漁業（船の乗り入れ、刺し網の設置）	生育地内における漁業や釣りの禁止
	1910年代～	⑤ 水位管理（過度の取水による湖水面低下とマリモの露出・枯死）	適正水位の管理
	1950年代～	⑥ マリモの打ち上げ（風波によるマリモの打ち寄せ・打ち上げ）	打ち上げ防止堤の設置・延長（打ち上げ防止堤の存在そのものがマリモの分布状況や周辺環境に影響）、湖中への返還作業
	1950年代～	⑦ 保護増殖（消失個体群の復元再生）	消滅水域への移植、マリモの標識放流試験
	1990年代～	⑧ 外来種（特定外来生物ウチダザリガニによるマリモの破損や巣穴利用、摂食）	実態調査
生育環境に関するもの	1960年代～90年代	⑨ 水質管理（湖水汚濁、水質の富栄養化）	下水道整備等の水質浄化対策
	1950年代～	⑩ 良好な生育環境の維持	集水域における森林の保護・植林、流入河川の保全や水源涵養、ヨシや水草の抜除、生育地への立ち入り制限
普及啓発等に関するもの	1950年代～	⑪ 普及啓発（マリモ保護意識の欠如）	保護意識の啓発、保護団体の設立、地域住民の参画と教育普及の推進
	1950年代～	⑫ 保護対策全般の検討	関係機関の組織化、継続的なモニタリングの実施・評価方法や実施機関の検討

(1) マリモに直接影響を及ぼすもの

① 盗採 (盗採および盗み取ったマリモの密売買)

吉井 (1919) によると、阿寒湖におけるマリモの採取と売買は 1921 年の天然記念物指定以前から行われており、また当時の新聞でもマリモの盗採が絶えず、監視人を置くなどの対策が取られたことが報じられている (図 5-1、5-2)。しかしながら、天然記念物に指定して無断で採取することを禁じたにも関わらず、その後も盗採が沈静化する気配はなかった (舘脇 1952a、阪井 1991、表 5-2)。このため、1955 年、北海道教育委員会などは、市中に出回っているマリモが盗採されたものであることを伝え、盗み出されたマリモを阿寒湖に戻すための全国キャンペーンを行って、マリモの貴重性を世間に広く訴えた (北海道新聞 1956 年 5 月 15 日)。また、1956 年には、頻発するマリモの盗採を防止すべく阿寒町が監視小屋をチュウレイ湖岸に建設し、翌年からマリモ監視人を配置して取締の強化にも乗り出した。この後、1963 年を最後に (毎日新聞 1963 年 7 月 28 日) マリモの盗採事件は絶えたものと思われていたが、2006 年に再発が確認され (北海道新聞夕 2006 年 8 月 7 日)、釧路市教育委員会、環境省、特別天然記念物「阿寒湖の」マリモ保護会が中心となって、巡視の強化、盗採防止看板の設置、盗採防止のキャンペーン活動 (盗採防止ポスターや看板の設置、パンフレットの作成・頒布など)、シンポジウムの開催、監視カメラの設置、盗採防止のための対策連絡会議の設置といった様々な対策を行っている (表 5-3、図 5-3)。

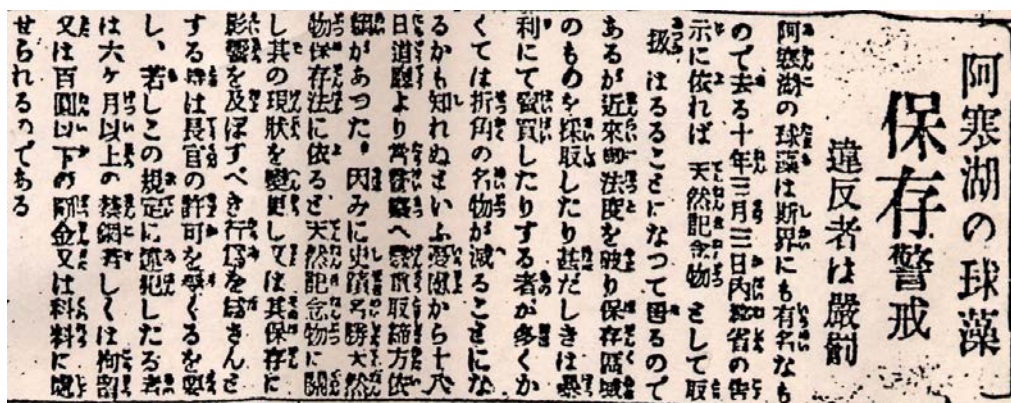


図 5-1. マリモの盗採を報じる新聞記事 (釧路新聞 1922 年 11 月 29 日).

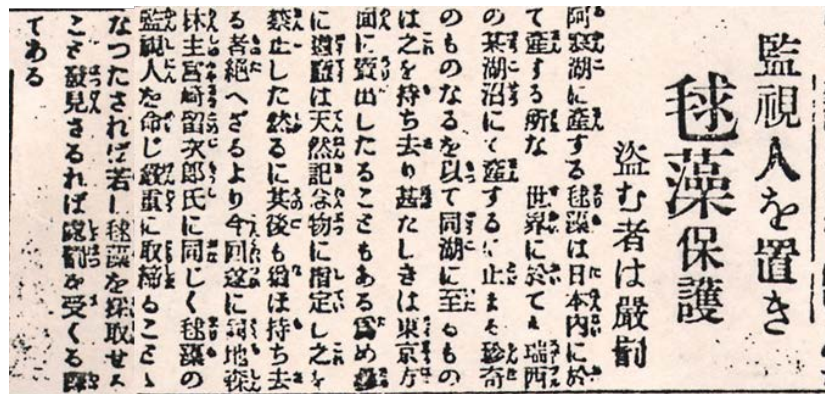


図 5-2. マリモ盗採の監視人の配置を報じる新聞記事（釧路新聞 1923 年 7 月 7 日）。

表 5-2. 新聞報道に見るマリモ盗採の歴史

年	内容	資料
1922	採取したり甚だしきは暴利にて販売	釧新 11 月 29 日
1926	湖畔住民が遊覧者や登山者に 3 個 50 銭くらいで売却	釧新 9 月 15 日
1943	阿寒湖で採取されたマリモが帝都で相当密売。	道新 5 月 29 日
1948	旅館の番頭が船頭と結託して 1 個 50～100 円で観光客に販売し、阿寒湖を訪れる観光客はマリモを持って帰るのが常識化。	道新(日付不明)
1949	釧路市では店頭で堂々 1 個 30～200 円で販売（月に 70～80 個）。	道新 9 月 29 日
1951	貸しボートを利用してマリモ約千個を採取し、京浜方面の土産店や料理店に 1 個千円前後で販売。	道新 6 月 16 日
1953	マリモの盗難が続発し、一命を失った例もあるが、実態は不明。札幌市内で販売されているマリモを押収する一方、東京方面にも多数持ち運ばれているとの見方。	道新 7 月 14 日
1953	キネタンペでマリモ 400 個を盗んだ二人組を逮捕。1 個 250～500 円での販売を計画。	道新 8 月 7 日
1963	貸しボートをこぎ出してマリモ数百個を盗み、観光客に売りさばいていた一味を逮捕。	毎日 7 月 28 日



図 5-3. マリモの盗採防止を呼びかける看板 (2006 年 8 月 15 日).

表 5-3. 近年のマリモ盗採事件の発生と防止対策の取り組み

年月	内 容
2006 年 7 月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雄阿寒岳山麓の小湾で浮遊型マリモの盗採が疑われる事案が発生 ・ 釧路警察署の協力を得て、釧路市教委、環境省、マリモ保護会が協力して巡視活動を強化するとともに、浮遊型マリモの採取も違法行為であることを周知するための看板を設置
2007 年 5 月	<ul style="list-style-type: none"> ・ マリモ盗採防止連絡会議設立
2007 年 7 月	<ul style="list-style-type: none"> ・ マリモ盗採防止キャンペーン シンポジウム ・ 夜間巡視 (10 月末まで市教委と環境省が共同実施) ・ 盗採防止カメラの設置 ・ 湖内・夜間巡視の委託 (11 月末まで) ・ 同年から海外から輸入されたマリモが土産店の店頭に増加
2008 年 5 月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 湖内・夜間巡視の委託 (11 月末まで) ・ 盗採防止カメラの設置
2008 年 7 月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 夜間巡視 (10 月末まで市教委と環境省が共同実施) ・ 盗採防止カメラの設置
2009 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 盗採防止カメラの設置 (盗採の可能性は沈静化したと判断し同年末で終了)
2009 年 10 月	<ul style="list-style-type: none"> ・ マリモ盗採防止連絡会議を発展的に解消し、阿寒湖のマリモ保全対策協議会を設立

② 森林伐採（木材流送によるマリモの崩壊・腐死、生育地の攪乱、水質悪化）

第3章で述べたように、1910年代半ばから20年代半ばにかけて阿寒湖西部のシュリコマベツ川上流域では原生林が伐採された。当時、阿寒湖周辺における伐材輸送は流入河川、湖面、および流出河川である阿寒川を使った流送に頼っており、特に流量の少ない流入河川では比較的流量の増える春の融雪期に川筋に堰を設け、満水になるのを待って堰を切り、流れ出す水の勢いで木材を押し流す「鉄砲流し」という方法が用いられた（図5-4）。このため、流入河川の河口近くに位置していた球状マリモの群生地では、いずれも河川から流入した土砂を被るなどの被害が生じたと伝えられ（図5-5）、特に西部のシュリコマベツでは伐り出された木材が河口近辺で貯木されていたこともあり、土砂の流入によってマリモが破損したり埋没したりしただけでなく、湖水の汚濁などによっても生育地が荒廃し、数年の後には球状マリモの多くが失われたという（菅野 1934、三好 1938、吉井 1956）。

1934年の阿寒国立公園の制定は、阿寒湖沿岸域におけるこうした森林伐採を抑制することにつながり、また林道等の整備にもなって木材の輸送手段はトラックへと代わり、1950年代には湖面流送も行われることがなくなった（阿寒町史編纂委員会編 1966、石井編 2002）。しかし、集水域の保全と管理は、阿寒湖の自然環境を適切に維持する上で今日でも重要な課題となっており、2004年5月には阿寒町と根釧西部森林管理署との間で「阿寒湖のマリモと水源林の保全に関する森林整備協定」が締結され、管理の連携・強化が進んでいる。

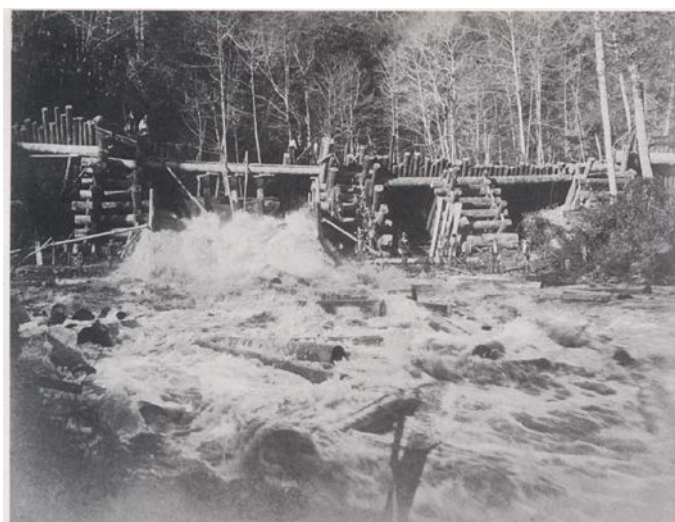


図5-4. 阿寒川上流部における木材の河川流送（鉄砲流し）の様子（撮影年不詳）。

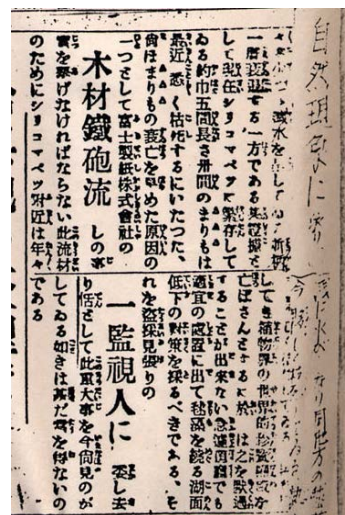


図5-5. 木材流送によるマリモの被害を報じる新聞記事（釧路新聞1924年11月6日）。

③ 観光船の乗り入れ（観光船の乗り入れによるマリモ群落の攪乱、投錨・タモ入れ・竿入れ）によるマリモの破壊

阿寒湖におけるマリモ生育地への観光船乗り入れの歴史は古く、1925年にさかのぼる（高橋ら 1952）。当時の観光客の入り込みは今日とは比べようもないが、1933年に宿泊した観光客は2万人を数え、直後にマリモの生育状況を視察した三好（1938）は、早くもマリモの生育に対する遊覧船の悪影響を指摘している。これ以降も、同様の指摘がマリモ調査に訪れた研究者から発せられていたが、1961年になって遊覧船の乗り入れが自主規制され、次に述べる漁船を含め、調査研究を目的とする以外に動力船をマリモ生育地に乗り入れる機会はほとんどなくなった。

しかしながら現在では、展示用のマリモを冬季保存する目的で、阿寒湖が結氷する直前の12月上旬にマリモを入れた網カゴをチュウレイ川の河口沖合に沈める作業と、4月下旬にこれを引き上げ回収する作業が行われる際、船外機付きの小型船舶や大型船を生育地近くまで乗り入れている。こうした作業がマリモや周辺の生物・環境にどのような影響を及ぼしているのか実態は明らかでなく、その影響を把握しておくことが必要である。

表 5-4. 観光遊覧船運行とマリモの観覧との関わり

年	内容
1927	木材流送のための筏曳航船を用いてマリモ群生地であるチュウレイへの観光船運行を開始（直後から投錨や攪拌によるマリモ生育への悪影響が問題視される）
1950	このころから、遊覧船の生育地乗り入れがマリモの生育を脅かしているとして、しばしば指摘されるようになる
1954	阿寒遊覧船株式会社設立
1955	旅客定員 13～35 名程度の小型木造船から大型船への更新が進む
1957	砕氷船の運航を開始
1961	湖水汚濁による透明度の低下によってマリモの観察が困難になり、また船の乗り入れがマリモの生育地を攪乱しているとの認識が広がり、観光遊覧船の生育地乗り入れを自主規制するとともに、代替措置としてチュウレイ島に観覧池を設けてのマリモの供覧が始まる
1970	大型観光船の就航によって輸送力が向上する一方、翌年から波浪によると思われる湖岸浸食が問題視される
1978	阿寒町がチュウレイ島に保護研究施設としてマリモ展示観察センターを開設し、屋内水槽でマリモを栽培展示
1979	大型船を砕氷船として利用開始
1982	施設観覧料金を改定するとともに、町よりチュウレイ島棧橋所有権の譲渡を受けて阿寒観光汽船が鋼製浮棧橋を新設
1996	老朽化により展示観察センターを全面改修し、大型水槽等を設置

④ 漁業（釣り船の乗り入れ）

漁業活動がマリモの生育に及ぼす影響については、ワカサギ漁のための引き網に湖内に広く分布する浮遊型のマリモがかかることが地元では古くから知られていたが、球状マリモが群生するチュウルイやキネタンペにおける実態についてはほとんど分かっていなかった。両所はコイの産卵場となるため、初夏になると刺し網が張られてきたが、2000年になって、刺し網に捉えられた球状マリモは波浪を受けて網に食い込み、切断されてしまうことが明らかになった。このため、同所での漁業を規制する法的な根拠はないものの、阿寒湖漁業協同組合では阿寒町教育委員会との協議に基づいて刺し網の設置を自粛することになり、この措置が現在も続けられている。

⑤ 水位管理（過度の取水による湖水面低下とマリモの露出・枯死）

上述した森林伐採と時をほぼ同じくして、阿寒川上流域における水力発電所の建設が始まると、水力発電所への給水を調節するため、1923年に阿寒湖の流出口である滝口に制水門を設けて湖の水位を人為的に管理するようになった。その結果、過度に取水が行われた際には、湖水面が低下してマリモが水から露出する事態を招き、このことがマリモの枯死をもたらすとして問題視されるようになった。例えば、水位調節が始まった直後の1924年の新聞報道では、当時まだ球状マリモが群生していたシュリコマベツで、取水による湖水面低下によって「約巾5間、長さ30間のマリモは最近ことごとく枯死するにいたった」と報じられている（釧路新聞1924年11月6日）。

これ以降、国から許可された範囲での水位管理は遵守されたく、しばらくのあいだ同様の事態が発生したとの記録はないが、1949年になって、折から需要の増大していた電力の増産に対応すべく、一時的な措置として従前の最低水位を2尺下回る水利用が許可された（館脇1952a、黒木1976a）。その結果、過度な水位低下によって、翌1950年の春に阿寒湖のマリモ史上、最も規模の大きなマリモの露出・枯死事件が引き起こされることになった。

事態があからさまになった直後、「マリモ死滅の危機に」と題して概況を報じた新聞報道によると、露出したマリモの範囲はチュウルイで長さ200m、幅50m、キネタンペで長さ275m、幅50mで、「半ば枯死したマリモが天日の直射を受けて干せ上がり、馬糞のようにフカフカした敷物状態が続いて調査団を驚かせた」とある（北海道新聞1950年4月27日、図5-6）。この事件は社会的に大きな関心を集めただけでなく、被害の事態調査にあたった館脇（1952a）が、組織的で広範囲な保護活動の展開を呼びかけた結果、1950年にマリモ愛護会が結成され、またマリモの普及啓発を目的としたまりも祭りが開催されるなど、今日につながるマリモ保護活動の発端ともなった（特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会1990）。



図 5-6. 過度の取水によって湖水面が低下し、チュウルイとキネタンペで大量のマリモが露出した事件を報じた新聞記事（北海道新聞 1950 年 4 月 27 日）。

水位低下によるマリモの保全対策については、これ以降、最低水位の遵守が図られる一方、1953年に近くの然別第一発電所が完成して送電を開始したこともあって、阿寒湖の水利用が切迫する事態は避けられるようになり、同様の事案は発生していない。このため、水位の管理に関する問題は解決したかにも見えるが、近年、水位の恒常的な上昇という初期とはまったく異なる形で影響が顕在化しつつある（環境省自然環境局 2007）。水位管理の問題は、マリモを初めとする水生生物の生態系や阿寒湖の環境保全に直結するものであるため、今後も関係機関が問題意識を共有して情報の蓄積を図って行く必要があるだろう。

⑥ マリモの打ち上げ（風波によるマリモの打ち寄せ・打ち上げ）

球状マリモの群生地の一つチュウルイでは、何年かに一度、大量のマリモが湖岸に打ち寄せ、あるいは打ち上げられる（図 5-7-A、表 5-6）。打ち上げられたマリモは波打ち際で小さく壊されたり（図 5-7-B）、湖岸で乾燥もしくは凍結するなどして枯死したりする場合があるため（図 5-7-C）、これを被害と捉え、古くから打ち上げを防止する対策が取られてきた。しかしながら、これまで種々行われてきたマリモ保護対策の中

で最も重要視されてきたと言ってよいにも関わらず、一方で現象の十分な把握・理解が伴わず、長期にわたって解決が先送りされてきた課題ともなっている。

マリモの打ち上げ問題が注目されるようになったのは、上述した水位低下によってマリモが露出し枯死するという事件の直後の1957年春に、チュウレイの湖岸に大量の球状マリモが打ち上げられたことがきっかけであった。打ち上げられたマリモが腐死するのを防止すべく、湖内に移動するにあたって、このころ既にマリモの生育が絶えていた西部のシュリコマベツに移植する作業が8月に行われた(黒木1976a)。そしてこれを機に、打ち上げそのものを防止すべく、表5-5に示した様々な対策が取られるようになった(若菜2008a、図5-8)。

このうち、1961年から1962年にかけて行われた打ち上げ防止堤(以下「防止堤」という)の建設(図5-8-B)は、マリモの打ち上げ防止に効果を上げたといわれる反面(黒木1976a)、防止堤によって発生する反射波がマリモを沖合へ移動させ、そのことがマリモに悪影響を及ぼしている可能性が指摘され、その功罪が議論されるようになった(黒木1976b)。さらに1978年には、破損した1961~1962年の設置分192m分を撤去した直後、その跡に強風によってマリモが打ち上げられ、「甘かった保護堤一部撤去—調査目的ウラム」あるいは「マリモ無惨—保護に手抜き?」として、防止堤の撤去が打ち上げの原因であったとする見方が報じられた(北海道新聞1978年10月12日)。これを機に、防止堤の機能に対しては慎重な姿勢が保たれるようになり、これ以降も何度か大規模な打ち上げが発生したものの(表5-6)、打ち上げられたマリモを湖中に戻す作業が行われただけで、防止堤そのものについては是非を棚上げする状態が続いた(マリモ調査研究会1990)。

それからしばらく経った1995年11月、チュウレイで大規模なマリモの打ち上げが発生し、打ち上げ発生時のマリモの移動経路や打ち上げられたマリモの個体群構造、打ち上げ後の経過など、現象の実態を把握するための調査が初めて行われた(若菜・岸1997)。その結果、防止堤の存在そのものが湖底のマリモを浅瀬に押し上げる特異な波浪を発生させている可能性が示され、さらに「マリモの打ち上げは成長の限界に近づきつつある大型の球状マリモが再び成長を始めるために小さな塊に分かれるプロセス」と捉える見方が示された(若菜1993a、1999a、2008a、阿寒町教育委員会1998)。これ以降、「マリモの打ち上げは被害」という見方から「生態の一部」とする見方への転換が図られるようになり、さらに防止堤の機能と評価に関する検討が進められた結果(マリモ打ち上げ防止堤改修検討委員会2002)、防止堤がチュウレイの湖岸に注ぐ細流を堰き止めて後背地に大量の軟泥が堆積させていることが判明し、性急な防止堤の撤去はマリモの生育環境を悪化させる可能性が指摘されるようになった。このため、防止堤は現在も一部破損した状態で残存したままとなっており、その措置が課題として残されたままとなっている。



図 5-7. マリモの打ち上げ・打ち寄せ現象と被害. A: 湖岸が遠浅の砂浜であるチュウ
ルイでは、風波によってしばしばマリモが打ち上がる. B: 打ち上げられたマリモ
は波打ち際で小さな塊に壊される. C: 春に湖水面が低下した状態で解氷が進むと、
湖岸のマリモが露出して乾燥・枯死する.

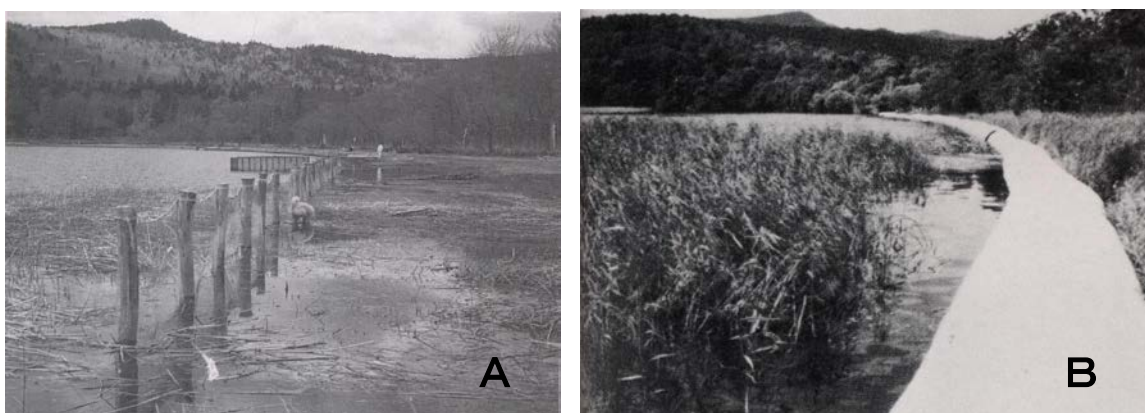


図 5-8. 阿寒湖チュウルイで実施されてきたマリモの打ち上げ防止対策. A: 打ち上げ
防止網 (1958 年)、B: マリモ打ち上げ防止堤 (1962 年).

表 5-5. チュウルイで実施されたマリモの打ち上げ防止対策

年月	実施された対策	結果
1958年5月	マリモの湖岸への接近を防ぐ目的で湖岸にヨシを移植（長さ100m、幅7m）	波浪のため流失
1958年10月	ナイロン樹脂製のアミラン網（水深1m、長さ180m）からなる「打ち上げ防止網」を設置する	マリモが網にかかったり、結氷によって網が破損したりしたため撤去
1961～1962年	チュウルイ湖岸にコルゲート・パイプを用いた蒲鋒型の鋼製堤防（高さ1.3m、幅2.6m、長さ192m）を「マリモ打ち上げ防止堤」として建設	マリモの打ち上げ防止に効果
1966年	打ち上げ防止を徹底するため、マリモ打ち上げ防止堤を東に向けて100m追加・延長	
1978年	1961～1962年にかけて設置した192m分を撤去	直後に撤去部分にマリモが打ち上がり、撤去が拙速だったとの批判
現在	1966年に設置した東部の100m分が残存	

表 5-6. 1957 年以降にチュウルイで発生したマリモの打ち上げと実施された保全対策

発生年月	規模・概況	対策
1957 年 5 月	1500 m ² 、チュウルイ川河口	8 月下旬から約 1 月をかけて小舟 6 隻を使ってキネタンペとシュリコマベツへ移植
1958 年 4 月	2200 m ² 、チュウルイ川河口	5 月に地元住民や小中学生のべ 300 名を動員して 20 日かけて返還作業
1959 年 4 月	500 m ² 、チュウルイ湾東（量は前年の 1/3）	
1965 年 9 月	1000～1200 m ² 、台風 23 号、打ち上げ防止堤を超える	阿寒湖中学校の男子生徒約 40 人が返還作業
1972 年 10 月	約 1 万個（規模は不明）、打ち上げ防止堤を超える	阿寒町教委職員が返還作業
1978 年 10 月	200 m ² 、約 1 万個、チュウルイ川河口	阿寒町教委職員が返還作業
1987 年 9 月	長さ 100～250 m、最大厚 60 cm、チュウルイ川河口東	阿寒町教委他、マリモ保護会ら 80 名による返還作業
1995 年 11 月	3900 m ² 、29.6 t、チュウルイ川河口から東にかけて	12 月に阿寒町教委他、マリモ保護会ら 50 名による返還作業
2002 年 10 月	600 m ² 、14.4 t、打ち上げ防止堤西	阿寒町教委他、マリモ保護会ら 20 名による返還作業／翌年 5 月に 30 名で再作業
2007 年 10 月	970 m ² 、3.0 t、打ち上げ防止堤西	釧路市教委他、マリモ保護会ら 20 名による返還作業

⑦ 保護増殖

マリモの保護増殖については、開発行為の影響で消失してしまったシュリコマベツの個体群を再生させる対策が早くから提案され（館脇 1952a）、また実際、1957 年にはチュウルイ湖岸に打ち上げられたマリモをシュリコマベツとキネタンペに移植する作業が行われている（山田 1976）。しかしながら、期待に反してマリモは定着せず、「今後の移植することは適当でない」との事後評価の下に（山田 1976）、一部の標識放流試験を除いて（黒木 1978）、この試みはおよそ半世紀にわたって中断したままとなっている。

一方で近年、マリモの生長条件や生育環境に関する知見の蓄積が進み（阿寒町教育委員会 1998、若菜 1994、1999a）、マリモを自然環境下で人為的に育成することが技術的に可能な段階に達してきた。しかし、マリモ保全対策の一つとして増殖事業が明確に位置づけられている訳ではなく、今後は関係機関の合意形成を始め、事業化のための手法や体制のあり方などについて認識や議論を深めて行くことが必要となっている。

⑧ 外来種（外来種ウチダザリガニによるマリモの破損、巣穴利用）

特定外来生物であるウチダザリガニ（図 5-9）については、近年、阿寒湖ならびに上流のパンケトーおよびこれらの流入河川において生息分布状況が調査され、阿寒湖では全域にわたって生息していることが確認されている（若菜ら 2010、図 5-10）。また、在来の水生生物や生態系に及ぼす影響については、ウチダザリガニが球状マリモを壊して巣穴として利用している他（図 5-9）、過去に生息が確認されていたニホンザリガニやマルタニシ、モノアラガイといった在来の大型底生動物が湖内で見られなくなった原因は、ウチダザリガニによって捕食されたためではないかと考えられている（高山ら 2002）。さらに、カタシャジクモやマリモ、マツモ、センニンモといった阿寒湖に生育する水草や藻類を餌として摂食していることも、実験的に確かめられており（若菜ら 2010）、ウチダザリガニの影響について情報が蓄積されつつある。しかし、防除や管理という観点からすると、阿寒湖における生活史を初め、個体群の動態や餌生物となる在来水生生物の種類や量など、ほとんど具体的なことは分かっていないと言ってよく、今後も様々な観点から調査研究を進める必要がある。



図 5-9. 球状マリモを壊して巣穴に利用しているウチダザリガニ。

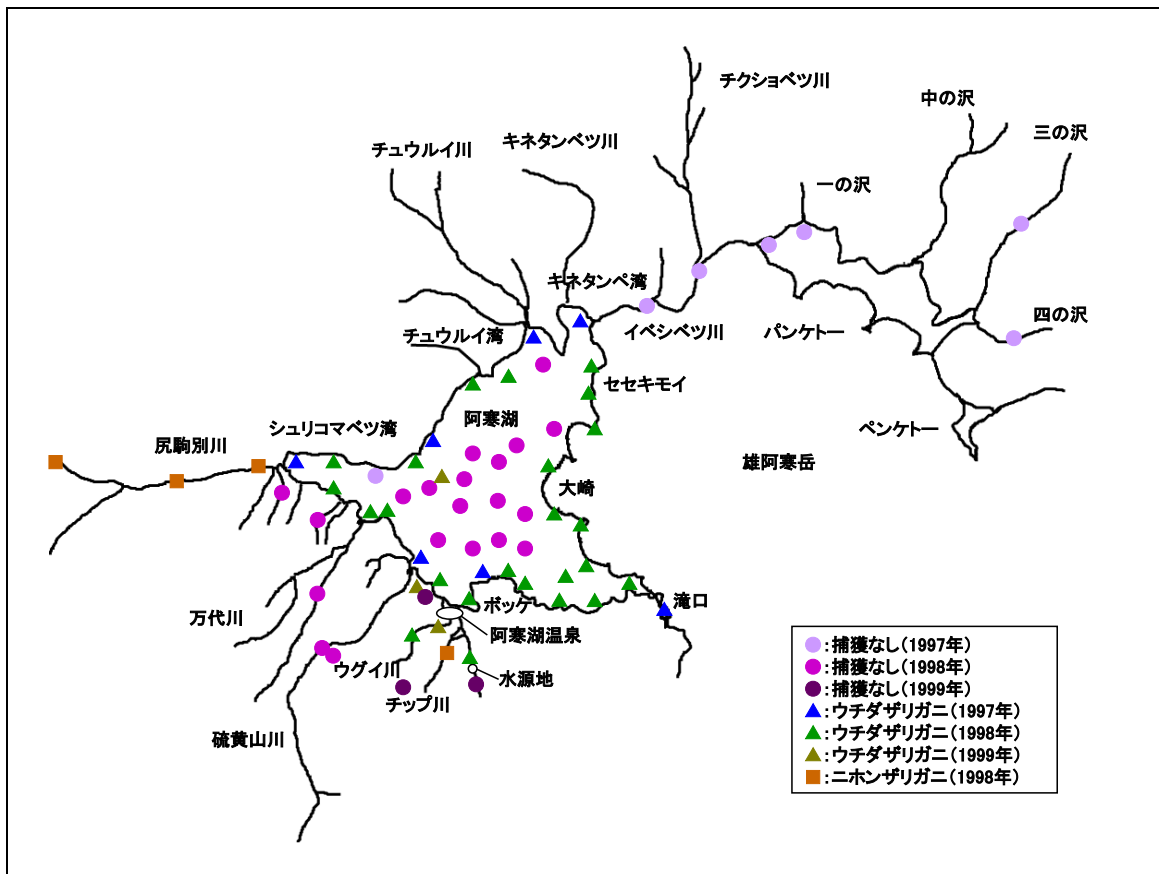


図 5-10. 阿寒湖およびその周辺水系におけるウチダザリガニとニホンザリガニの生息状況. 同一地点で採取された記録と採取されなかった記録とがある場合は、採取されたものとして表示した. また、同一地点で複数回採取されている場合は、最も古い採取記録を表示してある（若菜ら 2010 を改変）.

(2) 生育環境に関するもの

⑨ 水質管理（湖水汚濁、水質の富栄養化）

第 3 章で述べたように、阿寒湖では戦後、観光客の入り込みが急増する中、1950 年代以降、住宅やホテル・旅館などから湖内に流入する雑排水が増加して湖水の富栄養化が急速に進んだ（若菜 1993b、五十嵐ら 2000）。球状マリモが群生するチュウレイとキネタンペでは 1960 年代に入って個体群が急速に衰退しつつあることが確認され（山田 1973）、さらに 1970 年代に入ると奇形魚が漁獲されるなどの異変が知られるようになったため（図 5-11）、マリモへの影響を懸念して 1973 年に初めての潜水観察による生育状況調査が行われた。次いで、1985 年にも同様の調査が行われた結果、この 12 年間でチュウレイの球状マリモの生育量が 4 割近く減少し、中でも大型のマリモが選択的に消失している実態が明らかとなった（黒木ら 1976a、黒木編 1986）。

この原因として、早くから湖水の富栄養化との関連が指摘されていたが、後に行われた球状マリモの光合成－光関係に関する実験研究から、マリモは球という形態を反映して、大型化するほど球体あたりの光補償点が上昇するという結果が得られた（吉田ら 1994、横浜 2010）。このことから、植物プランクトンの過増殖や土砂の流入などによって湖水の濁りが上昇すると、湖底の光環境が悪化して同じ水深に分布するマリモは大型のものほど、あるいは同じ大きさのマリモなら深所に分布するものほど、その影響を強く受けて生育が阻害される機構が説明できるようになった（若菜 1993a、1999a、2003）。



図 5-11. 阿寒湖の汚染の深刻さを報じた新聞報道(北海道新聞1973年10月27日).



図 5-12. 1973年から1985年の間に球状マリモが大きく減少したことを伝える新聞報道(北海道新聞1987年4月25日).

湖水の汚濁は観光地としての阿寒湖にとって死活問題であったため、浄化対策として 1980 年代に阿寒湖温泉街地区の湖底に滞った汚泥の浚渫や公共下水道の整備が行われた（第 4 章、若菜 1993b、五十嵐ら 2000）。近年、その効果は徐々に現れており、藍藻類のアナベナによるアオコの発生が目に見えて軽減した他、湖水の透明度の上昇

が確認されており（五十嵐ら 2000）、さらに 2011 年 8 月には阿寒湖で 1917 年に観測された透明度の最高値（田中館 1925）である 9m が記録されている（石川未発表データ）。

またマリモについても、1997 年にチュウルイとキネタンペで行われた生育状況調査の結果から、現存量の急激な減少には歯止めがかかったものと見られており（阿寒町教育委員会 1998、若菜 1999a）、また過去の調査でほとんど確認されたことのない直径が 30 cm を超える大型の球状マリモも出現するようになった（若菜 2003）。しかしその一方で、マリモ群生地周辺では沈水植物が繁茂し、それまでマリモが分布していた水域に侵入を果たすなど、湖水浄化による光環境の改善によってもたらされたと思われる変化が著しい（若菜未発表データ）。けれども、1997 年を最後に詳しいマリモの生育状況調査は行われておらず、刻々と変化を遂げるマリモの生育状況と生育環境をどのようにしてモニタリングして行くか、大きな課題になっている。

⑩ 良好な生育環境の維持

マリモの生育環境を良好に保つための条件として、集水域の森林および河川環境の保全の重要性が早くから指摘されてきた（館脇 1952a、吉井 1956、山田 1973）。今日、既述したようなシュリコマベツにおけるマリモ個体群の消失をもたらした森林伐採や土砂流入に類する異変は、阿寒湖周辺では認められないが、適切な湖の環境保全にとって集水域を含めた総合的・広域的な保全・管理の視点は将来にわたって不可欠である。

また、マリモの生育環境を良好に保つための条件として、もう一つ重視されてきたのは、同所的に分布する他の水生植物の存在である。一部の水生植物については、マリモを被陰することによって生育を阻害する効果があることが確認されているもの（若菜 1993a）、マリモの移動を妨げる障害となったり、湖水流動を滞らせて底質を変化させたりする実態については、把握されていない事柄の方がはるかに多い。マリモ生育地の環境管理という面から、こうした分野の知見を集積して行くことは意義があると考えられ、今後、取り組むべき課題となろう。

（3）普及啓発等に関するもの

⑪ 普及啓発（マリモ保護意識の欠如）

マリモ保護の推進にとって、マリモに対する愛護心の涵養が重要であるとの認識が古くから持たれてきたが（館脇 1952a）、これもまたしばしば指摘されるように、マリモに対する関心が観光への利用の枠に留まりがちになっているのも事実である（黒木 1976a）。この背景の一つとして、盗採や船舶乗り入れへの対策に見られるようなマリモ生育地への立ち入り禁止が続けられたことが遠因になって、マリモを知らない、あるいはマリモに関心を持たない世代や人々を増やしたのではないかと考えられている

(若菜 1999a)。こうした反省に立って、今日、釧路市教育委員会マリモ研究室や地元のマリモ保護団体などでは主に地元の小中学生を対象に、マリモ生育地観察会などの教育事業を継続しているが(表 5-7、図 5-13、図 5-14)、対象・機会とも極めて限られているのが現状であり、これをどう拡大し、また組織化して行くかが大きな課題となっている。

表 5-7. 主なマリモの普及啓発活動

区分	内容・対象	備考(頻度等)
観察会	・ 阿寒湖小学校、阿寒湖中学校、ま りも祭り(一般対象)	・ 各年1回(一般は1991年、小 学校は1994年、中学校は 1997年から)
講演会やセ ミ ナー	・ マリモセミナー(テーマシンポジ ウム)、まりも祭り講演会(新知 見の紹介・トピックの解説)	・ 各年1回(1997年から)
依頼による現 地視察や講話 等	・ 一般や学校・博物館等の要請に応 じ講演・観察会・総合学習等社 会教育活動を支援・協力	・ 年10回程度
解説書やパン フレットの作 成・配布	・ 児童向け写真絵本「まるいはマリ モ」(福音館書店) ・ 3か国語マリモ解説パンフレット ・ その他、雑誌や新聞(文化欄)等、 メディアへの寄稿など	・ 「まるいはマリモ」は地域学習 の教材として毎年新小学校4 年生に配布(平成14年まで) ・ 釧路新聞に「日本マリモ紀行」 を月2~3回掲載
論文・報告書 の刊行・頒布	・ 生物学や環境科学の専門家を主 対象とした論文・学会(年会) 発表 ・ 研究紀要(マリモ研究)の刊行	・ 年1回程度 ・ 平成10年まで
その他	・ マリモ展示観察センターならび に阿寒湖畔エコミュージアムセ ンターにおける展示・解説指導 および普及事業(自然観察会等) の共催・協力	



図 5-13. 毎年 6 月，チュウレイ湖岸の清掃活動を兼ねて開催される阿寒湖小学校 6 年生のマリモ生育地観察会.



図 5-14. まりも祭りに合わせて毎年 10 月 8 日に開催される一般を対象としたマリモ生育地見学会.

⑫ 保護対策全般の検討

マリモ保護に関する機関や団体の連携あるいは組織化は、半世紀以上前から提言されてきた課題である（舘脇 1952a）。しかし、他のマリモ保護対策と同様、マリモの生態に関する情報や知識が乏しい中で具体的な動きには繋がって来なかった（若菜 1999a）。また、マリモと阿寒湖の保全や利用、管理、所有等に関わる関係機関や組織は多岐にわたり、そのことも組織的な対応を難しくする原因の一つとなっていた（図 5-15）。こうした問題を解決する対策として、2009 年に行政や地元のマリモ保護団体など、22 の機関・団体・法人等からなる「阿寒湖のマリモ保全対策協議会」が発足し、現在、マリモ保護育成試験など様々な事業に取り組んでいるところであり、今後の活動の進捗が期待される。

一方、マリモや阿寒湖に関する学術情報は、近年、飛躍的に増えており、今後はこうした情報や知識を阿寒湖全体、さらには集水域まで視野を広げた総合的な生態系管理という枠組みの中で活用して行くことがさらに必要となる。そのためには、関係機関や一般市民が情報や知識を共有するためのデータベースの構築など、体制の整備が先ずもって必要となろう。また、異なる機関や団体が行っている水環境や水生生物に関する調査研究活動や諸事業をどう連携・組織化して行くのか、さらにその成果をマリモとその生育環境の保全や集水域を含めた湖沼生態系の保全や管理にどう結びつけてゆくのかなど、今後、取り組むべき課題は多い。

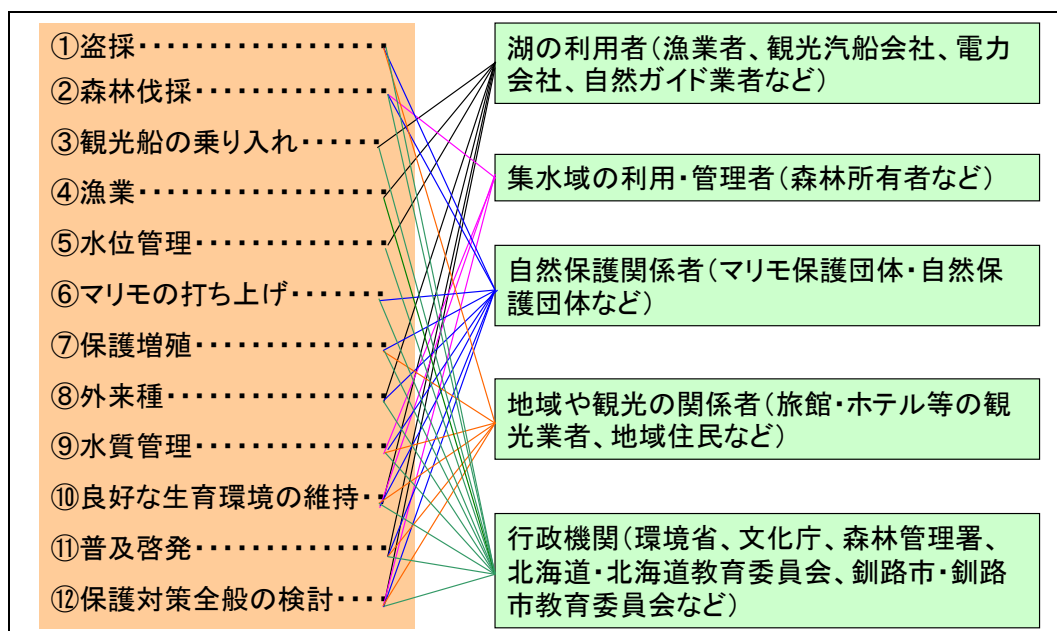


図 5-15. マリモ保護対策の 12 カテゴリーに關係する団体や組織. 図の右に示された關係機関や組織の数が多く, 図左の対策や課題との対応關係や利害關係が複雑であると分かる.

2. 保護・管理・研究体制の現状と課題

前節では、これまでに実施あるいは提言された保全対策を「マリモの保護管理」「生育環境の保護管理」「普及啓発」の 3 分野における 12 のカテゴリー（①盗採、②森林伐採、③観光船の乗り入れ、④漁業、⑤水位管理、⑥マリモの打ち上げ、⑦保護増殖、⑧外来種、⑨水質管理、⑩良好な生育環境の維持、⑪普及啓発、⑫保護対策全般の検討）に類型化し、各々について現状と課題を分析した。

上述したように、こうした諸元について関係者が情報や課題を共有して有効な対策を打ち出せるよう、阿寒湖のマリモ保全対策協議会が発足し、2009 年から活動を開始したところであるが、これまで取り組まれてきた保全対策の 12 カテゴリーのうち、②森林伐採、③観光船の乗り入れ、④漁業、⑨水質管理については、一定の効果を上げたと考えられるものの、①盗採、⑤水位管理、⑥マリモの打ち上げ、⑦保護増殖、⑩良好な生育環境の維持、⑫保護対策全般の検討、については、未解決な課題が少なくないことが改めて明らかになった。

また、⑧外来種ウチダザリガニについては、問題の重要性が認識されてまだ日が浅く、調査研究情報が十分に揃っていないのが現状である。しかしながら、ウチダザリガニが侵入・定着して以降、阿寒湖の大型底生動物が消失していることから考えて、阿寒湖の在来生物や生態系に及ぼす影響は潜在的に極めて大きいと見るべきであり、それを前提とした対策を講じる必要がある。

最後の、⑪普及啓発については、従前、マリモ保護対策の一環として一般のマリモ生育地への立ち入りは禁じられていたが（黒木編 1986）、将来のマリモ保護の担い手を育成することを目的として、1994年から地元小学生を対象に生育地見学会を開催するようになり、現在、中学生および一般を対象とした計3回の現地学習機会が提供されている（表5-7、図5-13、図5-14）。合計して60～80人程度の極めて対象の限られた教育プログラムとなっているが、マリモや生育環境を学ぶことが目的とは言え、マリモ生育地への立ち入りがどのような影響を及ぼすのか明らかになっていない状況を踏まえ、予防的な観点から立ち入りの機会を制限してきたところである。

しかしながら、近年、マリモや阿寒湖に関する科学的な知見が増し、教育普及のための体制整備が進むにつれ、一般のマリモへの関心が高まりを見せ、マリモ生育地における学習・観察機会拡大に対する要望が増加しているのが現状である。特に、マリモの特異な生態の理解に立ってその保護のあり方を考えさせるためには、マリモそのものを通じた体験的な学びが不可欠であり、教育普及のための生育地への立ち入りや観察の機会をどのようにして確保するかが大きな課題となっている。

このジレンマを解決する対策として、第1章で触れた「特別天然記念物『阿寒湖のマリモ』消失個体群復元のための予備的検討調査」では、2006年から2007年にかけて実施した検討会において、マリモ保全対策の基本計画となる「マリモ保護管理計画」を策定する必要性を指摘するとともに、過去に消滅した阿寒湖西部のシュリコマベツでマリモの生育地を復元再生し、その場を「マリモを学び、マリモと触れあう場」として活用することによって、上述した教育普及のためのフィールドとする構想を提案している（図5-16）。また、マリモが現存するチュウルイとキネタンペについては、「マリモを残し未来に伝える場」と位置づけることによって、その保全と管理を徹底し、そのことによって課題となっているマリモの保護と活用を両立させようという考え方である。次章では、この構想を踏まえつつ、マリモ保護管理の目標設定について議論する。

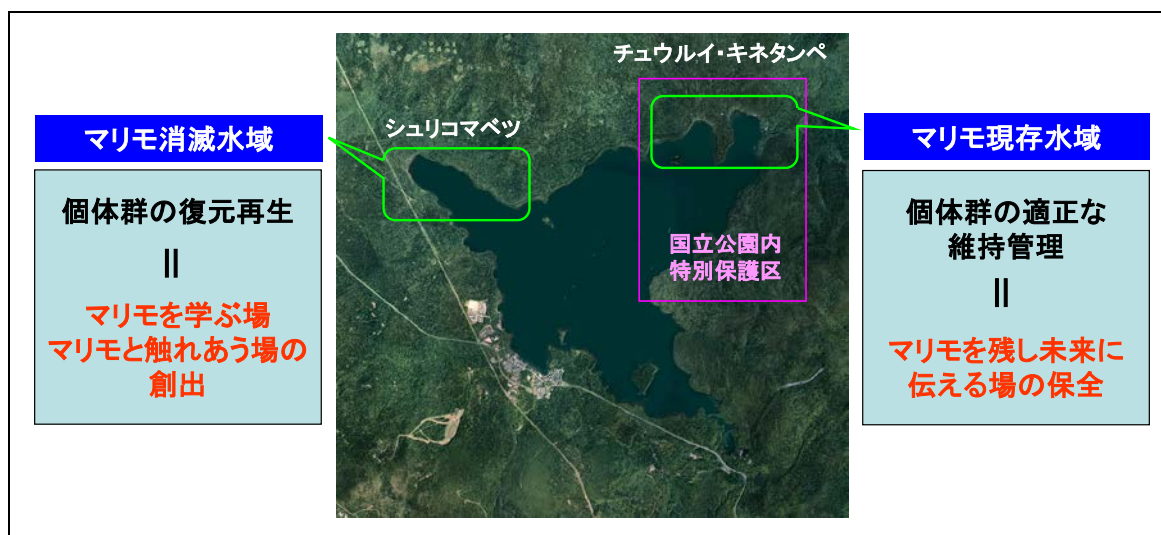


図 5-16. マリモの保護と活用の両立を図る解決策として提案されているマリモ消滅水域（シュリコマベツ）におけるマリモ個体群の復元計画の概念図。現存するチュウウルイおよびキネタンペのマリモ群生地の普及啓発利用には限界があり，これらを「マリモを残し未来に伝える場」として保全する一方，シュリコマベツを「マリモを学ぶ場・マリモと触れあう場」として新たに整備する。

第6章 マリモ保護管理計画の基本方針

1. マリモ保護管理の目標

マリモは北半球に広く分布する淡水藻類の1種であるが、球状マリモを産する湖は数えるほどしかなく、阿寒湖のマリモは世界的にも極めて希な存在となっている。マリモは阿寒湖の清らかな水と豊かな森、そして自然の恵みを象徴する生物として、また学術上貴重でわが国の自然を記念する文化財として古くからその保護が図られてきた。しかし、様々な人為の影響によって衰退を続けている現状にあるため、マリモとその生育地である阿寒湖の環境の適切な保全を実現すべく、以下の目標を設定する。

① マリモと阿寒湖の自然をより良い形で未来に引き継ぐ

古里の財産であるマリモの保護に尽くしてきた先人達の遺業を引き継ぎ、地域や関係者が連携・協力してマリモと阿寒湖の自然をより良い状態で未来に受け渡して行きます

② 適正かつ実効的な保護管理を円滑・継続的に実施する

球状マリモの生成は阿寒湖の特異な環境に依存しており、現存するマリモの保全を図るためには阿寒湖のみならず集水域全体の環境と生物多様性を包括的に保全して行くことが不可欠です。その観点に立って、マリモに関する科学的な知識に基づいた計画の立案・対策の実施・調査による評価をくり返ししながら適正で実効的な保護管理を円滑かつ継続的に実施して行きます

2. 目標の設定にあたって留意すべき視点

上記の目標を達成するため、次の3つの視点を基本としたマリモの保護管理を目指す。

① 阿寒湖におけるマリモの現状と課題を踏まえた視点

- 1) マリモと阿寒湖の自然をより良い形で未来に引き継いで行きます（継続性）
- 2) 適正かつ実効的な保護管理を円滑かつ継続的に実施して行きます（実効性）

② 近年の調査研究の進展で新たに明確になった視点

- 1) マリモは北半球に広く分布する淡水藻類の1種であるが、球状マリモを産する湖は数えるほどしかなく、阿寒湖のマリモは世界的にも極めて希な存在となっています（希少性）
- 2) 球状マリモの生成は阿寒湖の特異な環境構造に依存しており、現存するマリモの保全を図るためには阿寒湖のみならず集水域全体の環境と生物多様性を包括的に保全して行くことが不可欠です（独自性）

③ 地域に根ざした視点

- 1) マリモは阿寒湖の清らかな水と豊かな森、そしてその恵みを象徴する生物であり、日本の宝です（象徴性）
- 2) ふるさとの財産であるマリモの保護に尽くしてきた先人達の遺業を引き継ぎ、発展・継承して行きます（歴史性）

3. 目標の設定にあたって留意すべき事項

上記3つの視点を基本として、以下の事項に留意した施策を提案することとする。

① マリモの生態に即した科学的な保護管理

球状に発達するマリモの特異的な生態と球状マリモを生み出す阿寒湖の特殊な環境の理解に立ってマリモと阿寒湖の保全を進めます

② マリモの保護と活用の両立

地域の人々がマリモと共生できる保護管理を目指します

③ 順応的管理

科学的な知識に基づいた計画の立案・対策の実施・調査による評価をくり返し
ながら着実に活動を進めます

④ 水域および陸域を含めた集水域の総合的な管理

阿寒湖のみならず、阿寒湖に流れ込む河川や周辺の森林の環境、そしてそこに暮らす生き物たちの保全を視野に入れた保護管理を目指します

⑤ 地域区分による管理

保全する地域と活用する地域とを区分することによって、効果的な保護管理を進めます

⑥ 地域社会および関係機関の連携協働

行政や様々な関係団体、湖の利用者、地域住民など、マリモと阿寒湖に関わる
全ての人々と協力し合いながら活動を進めます

⑦ 地場産業（内水面漁業・観光船運航・エコツーリズム等）ならびに地域住民生活との両立・共存

阿寒湖を生業の場とする漁業者や観光業者、そして地域住民が喜びや満足を感じ

じられる活動を目指します

⑧ 国際的な連携・協力の推進と情報発信

世界のマリモ湖沼でマリモの保護と活用に取り組む人々と協力し合うとともに、世界に向けて阿寒湖の活動成果の情報発信を進めます

第7章 目標達成のための施策の提言

1. マリモ保護管理計画を推進・達成するための基本構想

前章で述べた2つの目標、3つの基本的な視点、8つの留意すべきことがらを踏まえ、未解決な、あるいは顕在化している課題を中心に4分野7項目の施策を提言する。

【分野1－マリモの保護管理】

(1) マリモ保護管理体制の適正化

① 既存の枠組みにとらわれない協議会会員等関係者の横断的な連携の強化（課題や事業に応じた分科会的な組織やワーキング・グループの設置）

マリモと阿寒湖の保全や活用に関係する組織・機関は極めて多く、関係する法律や制度も多岐に及ぶ（環境省：国立公園の管理、釧路市教育委員会・北海道教育庁・文化庁：研究を含めたマリモの保護と活用、釧路市・NPO 法人阿寒観光協会まちづくり推進機構・自然公園財団・阿寒ネイチャーセンター：観光活用、北海道：湖を含めた河川管理・水質管理、森林管理署・前田一歩園財団・日本製紙：集水域の森林管理、ほくでんエコエナジー：水位管理、特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会・阿寒湖パークボランティアの会：保護活動、阿寒湖漁業協同組合・広大：水産資源管理、阿寒観光汽船：湖面利用など）。現在の阿寒湖のマリモ保全対策協議会（図7-1）の長所・利点は、マリモと阿寒湖に関する各種団体から構成されていることから、多分野にわたる様々な課題や事業内容に応じて分科会やワーキング・グループを設け弾力的・機能的に取り組むことが可能な点にある。

既に連携協力して事業化されているものとして、阿寒湖の集水域の保護管理を目的とした森林保護協定や調査・普及啓発活動の共同実施などがあるが、さらに事態の緊急性から対応が急がれているマリモの打ち上げおよび漂着への対応や、特定外来生物ウチダザリガニの影響評価といった課題にも取り組むことが可能になるであろう。また、地元の期待が大きい過去に消失したマリモ個体群の復元再生やエコツーリズム等に携わる関係者への教育普及や指導者の養成など、今後、協力して取り組んで行くべき課題は少なくない。

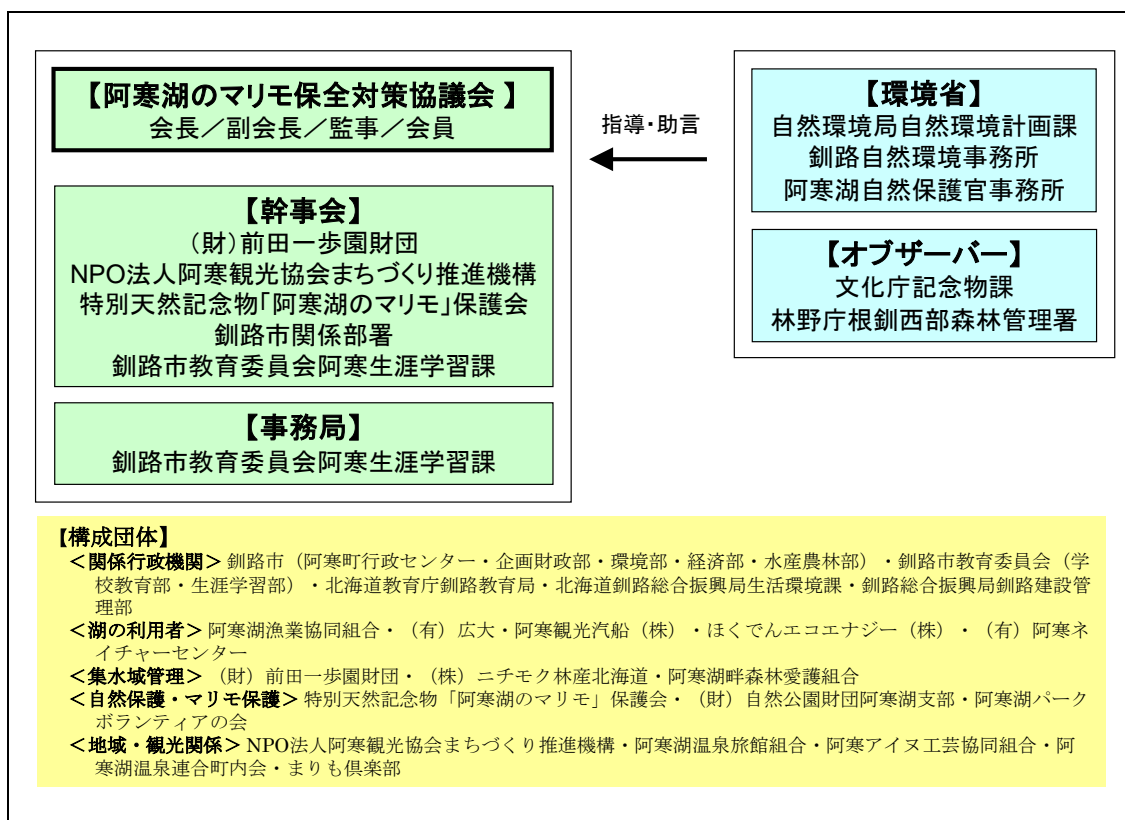


図 7-1. 「阿寒湖のマリモ保全対策協議会」の構成団体と組織図

② 協議会の活動全体を連絡・調整できる事務局組織の確立

阿寒湖のマリモ保全対策協議会の事務局機能については、マリモの保全活動に関する歴史的な経緯や協議会発足にいたる経過から、釧路市教育委員会がこれを担ってきた。これまでと同様、マリモの調査研究・普及啓発・保護管理を地域の活動として安定的・継続的に展開して行くために、釧路市教育委員会が果たすべき役割は大きいと考えられるが、現状では制度的・体制的に十分なものとは言えず、また環境省や文化庁等関係機関との間で役割分担も決して明確ではない。阿寒湖のマリモ保全対策協議会の設立と活動の現状を踏まえ、新たな実務担当機関の設立なども含めた事務局体制について検討や調整が必要である。

③ モニタリング等の調査事業を継続的に実施できる組織・体制の整備

これまで、マリモの生育状況や生育環境の調査については、釧路市教育委員会が全面にわたって活動を担ってきたが、継続的かつ一元的にモニタリングできる体制にないのが現状である。下表に示したように、過去の大がかりな生育状況調査を見ても事業主体は定まっておらず、阿寒湖に残存するマリモ個体群を地域一体となった取り組みの中で順応的に保全・管理して行くための基礎として、これ

までの枠組みにとらわれず、新たな体制の構築も含めてモニタリングを担う組織・体制の整備が不可欠となっている。

表 7-1. 阿寒湖で実施された大規模なマリモの生育状況調査

実施年	主催	内容
1950～1952	北海道教育委員会・北海道電力	湖水面低下によるマリモの被害調査
1958～1961	北海道教育委員会	阿寒湖全域のマリモ分布調査
1972～1975	阿寒町	チュウルイ・キネタンペのマリモ生育状況調査
1985～1986	阿寒町教育委員会	チュウルイ・キネタンペのマリモ生育状況調査
1995～1997	阿寒町教育委員会	阿寒湖全域の分布調査、主要な個体群の生育状況調査

他方、阿寒湖では、調査やモニタリングの重点がマリモの生育状況の把握に置かれ、水質を始めとする環境モニタリングについては北海道の諸機関が担ってきた。しかし、集積された観測データや情報の共有が十分に図られてきたとは言い難い。また、道機関におけるモニタリング項目は公共用水に関するものが主となるため、マリモや阿寒湖の保全に関わる項目が盛り込まれているとは限らず、将来的には集水域の水質や水生生物の多様性の保全を視野に入れたモニタリング体制の整備を目指す必要がある。

④ 国際的な連携・協力の推進と情報発信

これまで、国内外の研究機関や諸団体とのマリモの研究や保全活動に関する連携・協力については、釧路市教育委員会が中心になって進めてきたが、組織だったものではなく、また情報発信も決して十分なものではなかった。この点についても、協議会として取り組む体制を整備することで充実が図られるものと期待される。

(2) 現存するマリモ個体群の保護管理のあり方および手法の適正化

① 専門家委員会の設置

従来、実施されてきたマリモ保護対策には恣意的で見るべき効果を上げなかったものも少なくない。このため、事業計画や実施・進捗状況、結果を適切に評価・

検証できるよう、指導・助言のための外部組織として専門家からなる科学委員会を設ける必要がある。また、事業の実施に際して、必要なモニタリングを実施してその結果を逐次事業に反映させて行く順応的な管理手法を基本とする。

② 保護管理マニュアルの策定

これまでに蓄積されてきた科学的な知見を踏まえ、継続的な取り組みが必要な調査研究やモニタリング、保全活動については、実施・評価に関する手法等をマニュアルとして整備する。特に、チュウレイ湾で周期的に発生する球状マリモの大量打ち上げや、打ち上げ現象の結果として翌年の春に阿寒湖温泉街で発生するマリモ断片の漂着については、自然現象でありながらモニタリングを通じて発生を予測できるまでになっており、調査や保全作業の手順をマニュアルとして取りまとめ、枯死や凍死といった被害の防止に役立てる。

他方、上述したモニタリング調査を始め、マリモの打ち上げや漂着が発生した際の規模や被害状況の把握、保全作業の実施の判断やそのための準備など、一連の実務はこれまで釧路市教育委員会が担ってきたが、将来的にどのような団体・機関が担って行くか、体制の問題についても合わせて見直しを図る必要がある。

また、打ち上げあるいは漂着したマリモの回収や湖への返還等、保全活動の実施にあたっては、これまで特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会や地域住民が中心となって取り組んできたのが実状であるが、大規模な打ち上げに対して十分に対応できる体制がなく、保全活動を組織的・効果的に進めることができるよう、一般市民のボランティア参加など新たな対応策を講じる必要がある。

③ 市民参加型プログラムの構築

上述したマリモの打ち上げや漂着への対処など、今後、市民が様々な活動に関与・参加する機会が増えると予想され、専門家委員会に市民や行政等関係機関を交えて情報を共有し、合意形成を踏まえて対策を具体化して行くことが不可欠となる。対策の具体化や実施にあたっては、マリモへの理解と愛護を広く喚起する意味から、一般市民や学校等教育機関の参加を基本とした仕組みを備えたい（1997年に実施した第3次総合調査では、のべ1000名を超えるボランティアがマリモ生育地でのマリモ計測作業に参加した実績がある）。

④ マリモ打ち上げ防止堤の撤去

チュウレイに残存しているマリモ打ち上げ防止堤の措置については、マリモ打ち上げ防止堤改修検討委員会（2002）において2001年度に基本的な調査・検討は終了したものの、事業費が確保できず具体化は先送りされているのが現状である。同委員会では機能面だけでなく景観という観点から打ち上げ防止堤の撤去が

望ましいとの結論を出しているが、撤去後の環境変化を予測するのは容易でなく、また防止堤背後地に堆積した大量の土砂の影響も大きいと予想されるため、当時の委員から残置して破損部分を徐々に撤去しながら回復を図る方向で検討する対応が提案されている。このため、文化庁や環境省を交えた分科会を設けて検討協議を進め、合意形成を図る一方、対策の実施に向けて必要な調査研究を継続することが必要である。

(3) マリモ盗採防止対策の強化

2006年に盗採事件が再発して以降、湖内や夜間の定期巡視を強化しており、事態が沈静化したと判断されるまで対策を継続する必要がある。また、盗採防止を目的として1957年から続けられてきたマリモ保護監視人の配置については、現在、後任の不在から業務を外部委託している状況にあるが、今後、保全対策の全体方針や体制の見直しの中で対応のあり方を総合的に判断する必要がある。

加えて、盗採の背景と見なされる人工マリモの流通販売を鑑みると、阿寒湖におけるマリモ保護に留まらず、国際的な希少水生生物の保全という観点からも重要な課題といえる。

(4) マリモ消失水域の環境修復とマリモの保護増殖に向けた調査研究の推進

① 「マリモと触れあい、マリモを学ぶ場」の創出

過去にマリモが消滅した西部のシュリコマベツにおけるマリモ個体群の復元再生は、マリモが現存するチュウルイおよびキネタンペの保護管理を徹底することによって「マリモを残し未来に伝える場」の保全を達成する一方で、シュリコマベツに「マリモと触れあい、マリモを学ぶ場」を創出しようという構想である。この課題については、現在、調査研究が継続されているところであるが、データが不足している事柄も少なくないため、まずもってマリモの消滅原因や生育条件など、将来の環境管理や自然再生等に向けて不可欠な科学的知見の整備に努める必要がある。それと同時に、構想の実現に向けてどのような環境管理や自然再生を目指すのか、関連するその他の課題とも合わせ、協議会内部にワーキング・グループを設けて基本計画の検討も進める必要がある。

② 野外におけるマリモの保護増殖の試み

上述した「マリモを残し未来に伝える場」を実現するためには、マリモの保護増殖技術の確立が求められるが、「マリモを残し未来に伝える場」そのものをこうした保護増殖のための野外試験場と位置づけることが可能である。マリモ生育環境の修復や整備に要される知見の蓄積も視野に入れながら、「マリモを残し未来に伝える場」の基本計画を検討する中で議論を深めたい。また、この保護増殖

のための実験場では、展示施設等で栽培展示中に破損したマリモを試験に用いることによって、マリモを修復して再利用するなど、様々な取り組みが可能となるだろう。

③ 保護増殖事業の教育活動等への活用

上記のマリモの保護増殖のための野外試験場では、成果のみならずマリモ育成の取り組みそのものを参加型の教育普及プログラムやエコツアーと組み合わせることによって、独創的で魅力のあるプログラムを提供して行くことが可能となる。そのためには、野外試験場そのものだけでなく、活動全体の中核となるマリモの研究教育施設の整備を初め、環境教育や自然体験のためのプログラムの開発、実施者および指導者等の育成など、ハードおよびソフトの両面から将来計画を検討する必要がある。また、これと平行して、フィールド利用のルールを始めとする活動のあり方や、仕組みづくりについても検討を済ませておかななくてはならない。

【分野2－外来種】

(5) 特定外来生物ウチダザリガニの防除および管理の促進

特定外来生物ウチダザリガニについては、阿寒湖における分布・生息状況やマリモへの影響等に関する調査研究が行われ、マリモを初めとする水生植物を多量に摂食するなど影響の実態が明らかになっている。在来種および在来生態系の保全という観点から、緊急に保全を要する在来生物の絞り込みを進めるとともに、効果的な防除および管理手法の開発に向けた調査研究を促進し、モニタリング・影響評価・駆除などの対策を具体化することが急務である。

【分野3－生育環境の保護管理】

(6) 集水域を含めた阿寒湖の環境保全の推進

現在、森林保護協定を締結してマリモ群生地に流入するチュウレイ川の上流域で植樹等を実施するなど、集水域の保全・管理に配慮がなされている。現状では大きな問題は発生していないが、水源涵養や土砂流入の防止はマリモと阿寒湖の保全にとって重要な課題であり、中長期的な視野に立って関係機関の連携・協力を強化して行く必要がある。また、阿寒湖周辺ではエゾシカの食害が問題となっており、植生の消失などに起因する土砂流入などについても留意する必要がある。

【分野4－普及啓発】

(7) 普及啓発の推進

① マリモの利活用方法の適正化

マリモの利活用については、NPO 法人阿寒観光協会まちづくり推進機構が2008年度に阿寒湖における現状を調査しているが、エコツーリズムを含めた環境学習等へのマリモの活用方法に関するルールが明確でなく、環境省や文化庁など関係機関を交えてルール作りに向けた検討が必要である。

② 学習情報や教材の整備と利用促進

マリモの研究情報については、これまで釧路市教育委員会が主に情報発信を担ってきたが、人的な体制を含めて十分に対応できる状況になく、一般市民を初め教育関係者や観光事業者などが常時、自由に利用するのが難しい現状にある。このため、データベースの整備や公開、資料室の設置などに向けて対応を急ぐとともに、関係者が連携・協力して教育プログラムや教材の開発を進め、学校や博物館施設、エコツーリズムの現場等での利用促進を図ることができるよう、体制の整備を進める必要がある。

③ フィールドにおける学習機会の拡充

マリモ生育地における学習機会は、これまでオーバーユースや無秩序な利用を避けるため、対象を地元の児童生徒等に限ることで立ち入る人数を制限してきた。マリモの理解を深め、普及啓発を促すためには、マリモとの触れあいを基本としたフィールドにおける学習機会の提供は極めて重要であり、上述した野外におけるマリモの保護増殖などを活用して学習機会の拡充を図る必要がある。

④ 指導者や人材の養成を含めた指導体制の整備

地元では、マリモや阿寒湖について解説やガイドができる人材の育成がかねてから強く要望されているが、指導者が少なく、指導のための体制も限られているのが現状である。今後、マリモと阿寒湖の保全ならびに普及啓発活動を推進していく上で、指導者や解説員、ガイド等の配置・充実は不可避であり、関係機関が連携・協力して人材養成に向けた教育プログラムおよび教材の開発、体制整備に取り組む必要がある。

2. 基本構想の実現に向けた取り組み

前述した4分野7項目の施策を実現するためには、課題の緊急性や難易といった問題のみならず、予算措置を伴わなければ実行に移せないものも少なくない。このため、こ

これらの施策のうち、阿寒湖のマリモ保全対策協議会における内部協議や協議会と外部機関等との連絡・調整を図るための事務局組織の確立が喫緊の課題となろう。そして、これを踏まえて既存の財源の有効活用や新たな資金の獲得に向けて動き出していくことになるが、一方で予算措置を伴わなくても実行に移すことのできる課題もある。このような観点から、提言した諸事業を優先度の高低ならびに新たな予算措置の要不要という観点から下表に整理した。着手できるものについては、事業化ならびに事業の推進を急ぐべきであろう。

表 7-2. 優先度と予算措置から見た基本構想実現のための施策

		新たな予算措置	
		要する	要さない
対策の優先度	高い	(1)-③ モニタリング体制の整備 (2)-① 専門家委員会の設置 (2)-④ マリモ打ち上げ防止堤の撤去 (5) ウチダザリガニの防除と管理 (7)-② 学習情報や教材の整備と利用促進 (7)-④ 指導者や人材の養成を含めた指導体制の整備	(1)-① 分科会・ワーキング・グループの設置 (1)-② 事務局組織の確立 (3) マリモ盗採防止対策の強化 (4)-① 「マリモと触れあい、マリモを学ぶ場」の創出に向けたワーキング・グループによる基本計画の検討 (4)-② 野外におけるマリモの保護増殖に向けた試験の着手 (7)-① マリモの利活用方法の適正化
	低い	(1)-④ 国際協力と情報発信 (2)-② 保護管理マニュアルの策定 (4)-③ 保護増殖事業の教育活動等への活用	(2)-③ 市民参加プログラムの構築 (6) 集水域を含めた環境保全の推進 (7)-③ フィールドにおける学習機会の拡充

引用文献

- 阿寒町教育委員会（1978）マリモ生育地環境改善に関する懇談会プリント資料．阿寒町教育委員会，阿寒．
- 阿寒町教育委員会（1998）特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」第3次総合調査一報告書概要版，46pp．阿寒町教育委員会，阿寒．
- 阿寒町史編纂委員会編（1966）阿寒町史，1138pp．阿寒町役場，阿寒．
- 阿寒町史編纂委員会編（1986）阿寒町百年史，998pp．阿寒町役場，阿寒．
- 阿寒湖のマリモ保全対策協議会・いであ株式会社（2011）平成22年度マリモ消滅水域潜水調査業務委託（阿寒湖シュリコマベツ湾周辺）報告書，63pp．阿寒湖のマリモ保全対策協議会，釧路．
- 秋田谷英治・成瀬廉二・白岩孝行（1994）阿寒の気象と積雪．阿寒国立公園の自然1993，pp.219-262．財団法人前田一步園財団，阿寒．
- 新井章吾・佐野修・若菜勇（1996）阿寒湖におけるオオイシソウの発見について．マリモ研究，5：11-15．
- Bödeker, C. (2010) Phylogenetic, taxonomic and biogeographic studies in the Pithophoraceae (Cladophorales, Chlorophyta), 223pp. Nethrland Center for Biodiversity Natuealis (section National Herbarium of the Netherlands), Liden University branch.
- Bödeker, C., Eggert, A., Immers, A. and Wakana, I. (2010) Biogeography of *Aegagropila linnaei* (Cladophorophyceae, Chlorophyta): a widespread freshwater alga with low effective dispersal potential shows a glacial imprint in its distribution. *J. Biogeogr.*, 37: 1491-1503.
- 千原光雄（1980）天然記念物の藻類．植物と自然，14（7）：41-47．
- 千原光雄（1991）日本の隠花植物研究．遺伝，45（1）：22-27．
- 千原光雄（1994）基礎調査研究が望まれる藻類の生育と分布．レッドデータプランツ—日本絶滅危機植物図鑑，pp.14-15．宝島社，東京．
- Einarsson, Á. (1982) The palaeolimnology of Lake Myvatn, northern Iceland: Plant and animal microfossils in the sediment. *Freshwater Biol.*, 12: 63-82.
- Einarsson, Á., Stefansdottir, G., Johannesson, H., Olafsson, J. S., Gislason, G. M., Wakana, I., Gudbergsson, G. and Gradarsson, A. (2004) The ecology of Lake Myvatn and the River Laxa: Variation in space and time. *Aquat. Ecol.*, 38: 317-348.
- 藤巻裕蔵・黒沢信道（1994）阿寒の鳥類．阿寒国立公園の自然1993，pp.909-963．財団法人前田一步園財団，阿寒．
- 羽田良禾（1940）北見キムマ沼のマリモとユスリカの幼虫．植物及動物，8:1351-1354．

- 芳賀卓（1994）阿寒の淡水藻類・阿寒湖．阿寒国立公園の自然 1993, pp.731-782. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 羽生田岳昭・植田邦彦（1999）マリモはどこから来たのか？．遺伝, 53（7）：39-44.
- Hanyuda, T., Wakana, I., Arai, S., Miyaji, K., Watano, Y. and Ueda, K. (2002) Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. J. Phycol., 38: 564-571.
- 橋本正雄（1987）北海道東部, 阿寒湖およびその周辺の鳥類センサスについて．釧路市立博物館紀要, 12：7-22.
- Heering, W. (1921) Süßwasser-Flora Heft 7. Chlorophyceae IV, pp.57-59. Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- 廣瀬弘幸・山岸高旺編（1977）日本淡水藻図鑑, 933pp. 内田老鶴圃, 東京.
- 蛭田眞一（1983）北海道の大型ザリガニ．採集と飼育, 48：241-244.
- Hoek, C. van den (1963) Revision of the European Species of *Cladophora*, 248pp, 55pls. E.J. Brill, Leiden.
- 北海道庁内務部（1925）阿寒湖の毬藻．北海道史蹟天然紀念物指定地要覧, pp.4-6. 北海道庁内務部, 札幌.
- 北海道環境科学研究センター環境科学部地域環境科（2005）北海道の湖沼改訂版, 314pp. 北海道環境科学センター, 札幌.
- 北海道公害防止研究所（1990）北海道の湖沼, 445pp. 北海道公害防止研究所, 札幌.
- Horiguchi, T., Yoshida, T., Nagao, M., Wakana, I. and Yokohama, Y. (1998) Ultrastructure of chloroplasts in 'Marimo' (*Cladophora aegagropila*, Chlorophyta), and changes exposure to light. Phycol. Res., 46: 253-261.
- 五十嵐聖貴・石川靖・三上英敏（2000）阿寒湖の陸水学的特徴とその変遷．国立環境研究所研究報告, 153：34-54.
- 五十嵐恒夫（1986）阿寒国立公園の森林植生．北海道大学農学部演習林研究報告, 43：335-494.
- 五十嵐恒夫（1994）阿寒湖の高等植物相．阿寒国立公園の自然 1993, pp.581-659. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 石田昭夫（1994）阿寒のミジンコ類とカイアシ類．阿寒国立公園の自然 1993, pp.1241-1282. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 石井寛編（2002）財団法人前田一步園財団創立 20 周年記念 復元の森—前田一步園の姿と歩み, 300pp. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 伊藤富子・宇野勉（1980）阿寒湖における底生動物相の永年変化および底質の有機物含量．水産孵化場研究報告, 35：11-19.

- Kanda, F. (1991) The observation of specimens of *Cladophora sauteri* from Toyama, Japan. *Jpn. J. Phycol.*, 39: 27-30.
- 環境庁 (1997) 植物版レッドリストの作成について, 45pp. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境庁自然保護局編 (2000) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物, 429pp. 財団法人自然環境研究センター, 東京.
- 環境省自然環境局 (2007) 平成 18 年度管理方針検討調査 (阿寒湖の水環境と水生生物の保全・管理手法に関する検討調査) 委託業務報告書, 321pp. 環境省自然環境局, 東京.
- 神谷要 (1999) 阿寒湖でみつけたイトクズモ (*Zannichellia palustris* L.) の切れも. 水草研究会誌, 66 : 33-34.
- 菅野利助 (1934) 日本産マリモの研究, 主として其球形集団に就て. 日本水産学会誌, 2 : 217-228.
- 片桐浩司・伊藤富子・川村洋司 (2001) 阿寒湖および阿寒パンケ湖の水草. 北海道立水産孵化場研究報告, 55 : 41-48.
- 勝井義雄 (1989) 雌阿寒岳. 荒牧重雄・白尾元理・長岡正利編, 空からみる日本の火山, pp.13-16. 丸善, 東京.
- 勝井義雄 (1994) 阿寒の地形・地質. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.263-314. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 川上瀧彌 (1897-1898) 釧路國阿寒地方採集記. 植物学雑誌, 11 : 431-434, 12 : 51-53, 82-84, 115-122, 220-225, 258-269.
- 川上瀧彌 (1898) 阿寒湖採藻記. 学芸会雑誌, 25 : 45-48.
- 北川礼澄 (1975) 北海道の湖沼. 津田松苗編, 日本湖沼の診断, pp.12-40. 共立出版, 東京.
- 小林義雄・岡田喜一 (1953) 本州で発見のマリモの一新変種に就いて. 国立科学博物館研究報告, 32 : 99-103.
- 小泉顕雄・恩藤芳典 (1977) 淡水産コツブムシの生態学的研究 III. 北海道稚内市近郊における生息分布の概要. 鳥取大学教育学部研究報告 自然科学, 27 : 121-124.
- 近藤憲久・阿部永 (1994) 阿寒の両生類・爬虫類. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.965-969. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 近藤憲久・宇野裕之・阿部永 (1994) 阿寒の哺乳類. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.841-908. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 久保田敏夫・飯島一雄・須磨靖彦・中谷正彦・平間裕介・生方秀紀・小杉時規・芳賀馨・一條信明 (1994) 阿寒の昆虫類. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.991-1189. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.

- 国井秀伸・吉田忠生（1988）阿寒湖の水生植物．マリモ調査研究会編，昭和 63 年度阿寒湖のマリモ調査事業報告書，pp.6-12．阿寒町，阿寒．
- 倉西良一・久原直利（1994）阿寒の底生動物．阿寒国立公園の自然 1993，pp.1191-1240．財団法人前田一步園財団，阿寒．
- 黒木宗尚（1973）特別天然記念物阿寒湖のマリモ予備調査．北海道の文化，27：17-23．
- 黒木宗尚（1976a）阿寒湖のマリモの被害とその保護対策．黒木宗尚編，特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況と環境，pp.80-90．阿寒町，阿寒．
- 黒木宗尚（1976b）昭和 48 年～50 年のマリモ中間調査記録．黒木宗尚編，特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況と環境，pp.71-79．阿寒町，阿寒．
- 黒木宗尚（1978）昭和 53 年 8 月のマリモの生息状況調査．マリモ生育地環境改善に関する懇談会プリント資料．阿寒町教育委員会，阿寒．
- 黒木宗尚編（1986）昭和 60，61 年度「特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況」調査報告書，54pp．阿寒町，阿寒．
- 黒木宗尚・山田家正・吉田忠生（1976a）マリモの分布，形状と生息量．黒木宗尚編，特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況と環境，pp.1-21，図版 3．阿寒町，阿寒．
- 黒木宗尚・山田家正・吉田忠生（1976b）マリモ生息地の水草．黒木宗尚編，特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況と環境，pp.23-29．阿寒町，阿寒．
- 黒萩尚（1994）阿寒の魚類．阿寒国立公園の自然 1993，pp.971-990．財団法人前田一步園財団，阿寒．
- 車田利夫（2010）阿寒湖地域における考察．釧路国際ウェットランドセンター技術委員会調査研究報告書「湿地生態系にかかわる外来種に関する研究」，pp.38-41．釧路国際ウェットランドセンター，釧路．
- Kützing, F. T. (1843) *Phycologia Generalis oder Anatomie, Physiologie, und Systemkunde der Tange*, pp.272-273. F. A. Brockhaus, Leipzig.
- Kützing, F. T. (1849) *Species Algarum*, pp.413-415. F. A. Brockhaus, Lipsiae.
- Linne, C. (1753) *Species Plantarum*, pp.1164-1168. Tomus II. Holmiae.
- Lorenz, J. R. (1856) *Die Stratonomie von Aegagropila sauteri*, 26pp, 5pls. Denkschriften der Mathem.-Naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften, Wien.
- マリモ調査研究会（1990）昭和 64（平成元）年度阿寒湖のマリモ調査事業報告書，17pp，図版 3．マリモ調査研究会，札幌．
- マリモ調査隊（1963）特別天然記念物阿寒湖のマリモ分布状況調査概報．北海道の文化，3：12-27．
- マリモ打ち上げ防止堤改修検討委員会（2002）マリモ打ち上げ防止堤改修事業一調査検討結果報告書，18pp．阿寒町教育委員会，阿寒．

- 益子帰来也 (1935) 夏期に於ける阿寒湖及屈斜路湖の観測. 陸水学雑誌, 4 : 136-142.
- 三嶋康七 (1934) 北海道湖沼の生物学的順列. 陸水学雑誌, 4 : 28-30, 図版 4.
- Miyadi, D. (1935) Descriptions of three new species of *Valvata* from Nippon. *Venus*, 5: 59-62.
- 三好学 (1938) 阿寒湖の毬藻. 天然紀念物調査報告植物之部第十八輯, pp.75-78, 図版 1. 文部省, 東京.
- Mori, S. (1938) Classification of Japanese *Pisidium*. *Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B*, 14: 255-278.
- 元田茂 (1950) 北海道湖沼誌. 水産孵化場試験報告, 5 : 1-96.
- Nagai, M. (1940) Marine algae of the Kurile Islands, I. *J. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ.*, 46(1): 1-137, 1pl.
- 長井真隆 (1988) 富山県立山町のタテヤママリモ. 遺伝, 42 (1) : 101-105.
- 長尾学・若菜勇・横浜康継 (1992) マリモの光合成特性の研究 II. 平成 3 年度阿寒湖のマリモ調査事業報告書, pp.6-17. 阿寒町, 阿寒.
- 長尾学・若菜勇・横浜康継 (1993) マリモの光合成特性 III. マリモ研究, 2 : 1-8.
- 長澤修一・若菜勇・長尾学 (1994) 球状体マリモの大きさと光合成-呼吸特性の数理的性質. マリモ研究, 3 : 16-25.
- 中川光弘 (2007) 阿寒火山の活動史. 勝井義雄・岡田弘・中川光弘編, 北海道の活火山, pp.86-89. 北海道新聞社, 札幌.
- Nakazawa, S. (1973) Artificial induction of lake balls. *Naturwissenschaften*, 60: 481.
- 中沢信午 (1989) マリモはなぜ丸い, 178pp. 中央公論社, 東京.
- 中沢信午・安部守 (1973) 藻類の人工球化. 藻類, 21 : 53-56.
- Niiyama, Y. (1989) Morphology and classification of *Cladophora aegagropila* (L.) Rabenhorst (Cladophorales, Chlorophyta) in Japanese lakes. *Phycologia*, 28: 70-76.
- 西村眞琴 (1923) 毬藻ノ葉状体ガ球形叢団ヲ形成スルノ原理. 植物学雑誌, 37: 105-117, 図版 1.
- 西村眞琴 (1926) 毬藻-毬藻研究の学術的価値, 毬藻の培養, 15pp. 北海道庁地方林課, 札幌.
- 西村眞琴 (1939) 緑王國まり藻を探る (私家版).
- 西村眞琴・菅野利助 (1927a) 毬藻の研究, 特に遊走子の発達について. 日本水産学会誌, 30 : 1-8.
- 西村眞琴・菅野利助 (1927b) 毬藻ノ無性生殖ニ就テ. 植物学雑誌, 41 : 432-438.
- NPO 法人阿寒観光協会まちづくり推進機構 (2011) 阿寒湖温泉・創世計画 2020 (案), 73pp. NPO 法人阿寒観光協会まちづくり推進機構, 釧路.

- Okada, Y. (1957) On a new variety of *Aegagropila sauteri* found in Lake Yamanaka. Bull. Fac. Fish., Nagasaki Univ., 5: 30-33.
- 岡崎由夫 (1966) 釧路の地質, 368pp. 釧路市, 釧路.
- 西湖フジマリモ調査会 (1995) 山梨県指定天然記念物「フジマリモ及び生息地」調査事業報告書, 西湖のフジマリモの生育状況と環境, 103pp. 山梨県足和田村, 足和田.
- Sakai, Y. (1964). The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. Sci. Pap. Inst. Algol. Res., Fac. Sci., Hokkaido Univ., 5: 1-104.
- 阪井與志雄 (1991) マリモの科学, 202pp. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 阪井与志雄・榎本幸人 (1960) 小石に着生するマリモ属植物の附着器官. 藻類, 8: 117-123.
- 坂田康一・日野修次 (1994) 阿寒の湖沼の水質. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.351-384. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 佐野修・新井章吾・綿貫啓・荻野洸太郎・若菜勇・横浜康継 (1994) 阿寒湖チュウレイ島周辺におけるマリモの分布と生育環境からみたマリモ球状体の生成過程. マリモ研究, 3: 26-30.
- Sasa, M. and Kamimura, K. (1987) Chironomid midges collected on the shore of lakes in the Akan National Park, Hokkaido (*Diptera*, Chironomidae). Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud., 104: 7-61.
- Sasaki, N. (1934) Report on the fresh-water sponges obtained from Hokkaido. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., IV, 9: 219-247.
- 佐藤謙 (1994a) 阿寒の高等植物研究小史. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.457-467. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 佐藤謙 (1994b) 阿寒国立公園の噴気孔原植生. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.542-569. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 塩崎正雄・真田勝・岸田昭雄 (1994) 阿寒の土壌. 阿寒国立公園の自然 1993, pp.315-348. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- Soejima, A., Yamazaki, N., Nishino, T. and Wakana, I. (2009) Genetic variation and structure of the endangered freshwater benthic alga *Marimo*, *Aegagropila linnaei* (Ulvophyceae) in Japanese lakes. Aquat. Ecol., 43: 359-370.
- 高橋英樹・松本秋義・新庄久志・高嶋八千代・細川音治 (1992) 前田一步園財団所有山林高等植物相. 前田一步園財団森林環境調査, 87pp. 財団法人前田一步園財団, 阿寒.
- 高橋功・北村達・太田清 (1952) 阿寒村史, 192pp. 阿寒村役場, 阿寒.
- 高山肇・菊池基弘・若菜勇. (2002) 北海道の湖沼～ブラウントラウトとウチダザリガニの分布拡大. 外来種ハンドブック, pp.254-256. 地人書館, 東京.
- 高安三次・五十嵐彦仁・沢賢蔵 (1930) 湖沼調査 (阿寒湖). 水産調査報告, 21: 67-92.

- 田中正明 (1992) 日本湖沼誌, 530pp. 名古屋大学出版会, 名古屋.
- 田中館秀三 (1925) 北海道火山湖研究概報, 155pp. 北海道庁, 札幌.
- 種市佐改 (1990) マリモ祭り 40 年. 特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会 40 周年記念誌, pp.60-80. 特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会, 阿寒.
- 館脇正和 (1990) マリモの室内培養による研究. マリモ調査研究会編, 昭和 64 (平成元) 年度阿寒湖のマリモ調査事業報告書, pp.5-10, 図版 4. 阿寒町, 阿寒.
- 館脇正和 (1991) マリモの室内培養による研究 II. マリモ調査研究会編, 平成 2 年度阿寒湖のマリモ調査事業報告書, pp.10-14, 図版 1. 阿寒町, 阿寒.
- 館脇操 (1927) 阿寒植物景観 (第一報). 北海道帝国大学農学部演習林研究報告, 4 : 99-200.
- 館脇操 (1949) 亡びゆく天然記念物, 阿寒湖のマリモ. 新生科学, 21 : 5-6.
- 館脇操 (1952 a) マリモの群落的研究. 館脇操編, マリモ調査報告昭和 25 年度・昭和 26 年度, pp.1-56, 図版 14. マリモ専門委員会, 札幌.
- 館脇操 (1952b) 昭和 27 年度春季マリモ調査報告書. 館脇操編, マリモ調査報告昭和 27 年度, pp.1-28, 図版 7. マリモ専門委員会, 札幌.
- 館脇操・五十嵐恒夫 (1977) 阿寒国立公園の植生, 149pp. 帯広営林局, 帯広.
- 俵浩三 (1989) 北海道における公園と自然保護の発達に関する研究. 専修大学北海道短期大学紀要自然科学編, 22 : 89-214.
- 照本勳 (1959a) マリモは寒さに強いのか?. 科学, 29 : 612-613.
- 照本勳 (1959b) マリモの凍害と乾燥害. 低温科学 (生物), 17 : 1-7, 図版 3.
- 照本勳 (1960) マリモの凍害に対する凍害防止剤の効果について. 低温科学 (生物), 18 : 43-50, 図版 3.
- 照本勳 (1962a) 空気中に露出されたマリモの温度変化. 藻類, 10 : 71-74.
- 照本勳 (1962b) マリモ節間細胞の耐凍性 I. 低温科学 (生物), 20 : 1-24, 図版 9.
- 照本勳 (1964) マリモ節間細胞の耐凍性 II. 低温科学 (生物), 22 : 1-17, 図版 3.
- 照本勳 (1965a) マリモの呼吸と凍害. 低温科学 (生物), 23 : 1-9, 図版 1.
- 照本勳 (1965b) マリモの熱害. 藻類, 13 : 114-119.
- Tokida, J. (1954) The marine algae of southern Saghalien. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ., 2: 1-264, 15pls.
- 特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会 (1990) 特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会 40 周年記念誌, 139pp. 特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会, 阿寒.
- Tuji, A., Kawashima, A., Juliyis, M. and Stoermer, E. (2003) *Stephanodiscus akanensis* sp. nov., a new species of extant diatom from Lake Akan, Hokkaido, Japan. Bull. Nat. Sci. Mus., Ser. B, 29: 1-8.
- 内田瀨・田内捨六 (1882) 開拓叢書第一號 日高十勝釧路北見根室巡回復命書. 北海道, 札幌.

- 上野益三 (1936) 阿寒湖群湖沼のプランクトン. 生態学研究, 2 : 87-95.
- 和田恵治・勝井義雄 (1990) 阿寒カルデラと雄阿寒岳・雌阿寒岳. 日本の地質「北海道地方」編集委員会編, 日本の地質 I 北海道地方, pp.173-175. 共立出版, 東京.
- 若菜勇 (1992) マリモとその生息湖沼に関する学術論文および資料目録. マリモ研究, 1 : 1-12.
- 若菜勇 (1993a) 阿寒湖のマリモ生息地における光環境とマリモの補償深度. マリモ研究, 2 : 9-21.
- 若菜勇 (1993b) 北海道を代表する藻類—マリモ. 北海道の自然と生物, 7 : 11-19.
- 若菜勇 (1994) 高塩濃度環境下におけるマリモ糸状体の生長および光合成速度の高進. マリモ研究, 3 : 51-58.
- 若菜勇 (1999a) マリモの研究の 1 世紀—見えてきた保全へのアプローチ. 遺伝, 53 (7) : 59-64.
- 若菜勇 (1999b) マリモの祖先は海藻?. バイオダイバーシティ・シリーズ第 3 巻, 藻類の多様性と系統, pp.292-294. 裳華房, 東京.
- 若菜勇 (2001) マリモ, 球化する大型生物の典型. 図説造粒一粒の世界あれこれ, pp.147-148. 日刊工業新聞社, 東京.
- 若菜勇 (2003) 水生植物 (マリモ) の補償深度モデルに基づく湖水浄化事業の定量的評価. 河川整備基金助成事業調査・試験・研究報告書 平成 14 年度, 37pp. 財団法人河川環境管理財団, 東京.
- 若菜勇 (2007) 阿寒湖のマリモ—その生態と保護. 釧路市立博物館々報, 396 : 3-8.
- 若菜勇 (2008a) 阿寒湖におけるマリモの打ち上げ現象—保全対策の歴史・現状と課題. 北海道の自然, 46 : 33-41.
- 若菜勇 (2008b) 釧路湿原に代表される低湿地の湖沼における絶滅危惧種マリモの生育環境. 環境省委託業務報告書—自然と人の共生のための湿原生態系保全及び湿原から農用地までの総合的管理手法の確立に関する研究, pp.69-103. 財団法人日本鳥類保護連盟, 東京.
- 若菜勇 (2010) 特別天然記念物阿寒湖のマリモ. 阿寒国立公園パークガイド 阿寒・摩周, pp.22-23. 財団法人自然公園財団, 東京.
- 若菜勇・新井章吾・佐野修 (1999) マリモの球化—構造と生成過程からみた球化現象の多様性. 遺伝, 53 (7) : 45-52.
- 若菜勇・岸圭介 (1997) 1995 年 11 月に発生した阿寒湖チュウレイ湾におけるマリモの打ち寄せ及び打ち上げの経過とその保全措置. マリモ研究, 6 : 1-27.
- 若菜勇・桑原禎知・鈴木芳房 (2010) 阿寒湖の生態系に関わる外来種—特に特定外来生物ウチダザリガニの生息状況と保全生態学的な課題について. 釧路国際ウエットランドセンター技術委員会調査研究報告書「湿地生態系にかかわる外来種に関する研究」, pp.81-93. 釧路国際ウエットランドセンター, 釧路.

- 藪熙 (1975) マリモの遊走細胞形成. 藻類, 23 : 19-23.
- 山田家正 (1994) マリモ. 堀輝三編, 藻類の生活史集成 第1巻 緑色藻類, pp.222-223. 内田老鶴圃, 東京.
- 山田真弓 (1976) マリモ生息地の底生動物. 黒木宗尚編, 特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況と環境, pp.30-33. 阿寒町, 阿寒.
- 山田幸男 (1973) 昭和40年9月10日の台風による阿寒湖のマリモの打揚げと打揚げ止堤の効果調査. 北海道の文化, 27 : 11-16.
- 山田幸男 (1976) 山田委員の調査結果の意見. 黒木宗尚編, 特別天然記念物阿寒湖のマリモの生息状況と環境, p.90. 阿寒町, 阿寒.
- 山田幸男・阪井与志雄 (1961) マリモの球形集団形成に関する一実験. 藻類, 9 : 35-37.
- 山本省吾・若菜勇・中瀬浩太・島谷学 (2003) 阿寒湖チュウレイ湾におけるマリモの湖岸打ち寄せ・打ち上げ機構に関する考察. 土木学会海岸工学論文集, 50 : 611-615.
- Yasuno, M. and Sugaya, Y. (1987) Distribution of *Chironomid larvae* in Lake Akan, Lake Panke and Lake Kussharo. Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud., 104 : 1-7.
- 横浜康継 (2010) マリモの謎. 海洋と生物, 32 : 481-494.
- 横浜康継・堀口健雄 (1999) マリモの光合成ー球化がもたらす光合成活性と葉緑体の変化ー. 遺伝, 53 (7) : 53-58.
- 横浜康継・長尾学・若菜勇 (1994a) マリモ球状体を構成する細胞の部位による色素組成比の相違. マリモ研究, 3 : 12-15.
- 横浜康継・長尾学・若菜勇・吉田忠生 (1994b) マリモ球状体内部の光合成・呼吸活性. マリモ研究, 3 : 7-11.
- 横浜康継・館脇正和 (1991) マリモの光合成. 平成2年度阿寒湖のマリモ調査事業報告書, pp.4-9. 阿寒町, 阿寒.
- 吉田啓正 (1962) マリモの培養特に球形保持に関する実験について. 藻類, 10 : 23-27.
- 吉田忠生 (1991) 日本の絶滅危惧種, マリモ. 遺伝, 45 (12) : 72.
- 吉田忠生 (1994) マリモ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (I), pp.643-647. 水産庁, 東京.
- 吉田忠生 (1998) 藻類の減少・絶滅とその現状. 海洋と生物, 20 : 3-6.
- 吉田忠生 (2000a) マリモ. 環境省自然保護局野生生物課編, 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物ーレッドデータブックー植物 II (維管束植物以外), p.224. 財団法人自然環境研究センター, 東京.
- 吉田忠生 (2000b) マリモ. 水産庁編, 日本の希少な野生水生生物に関するデータブック, pp.342-343. 財団法人自然環境研究センター, 東京.
- 吉田忠生・堀口健雄・長尾学・若菜勇・横浜康継 (1998) マリモ球状体内層細胞の葉緑体構造ならびに光照によるオルガネラの構造変化の微細構造学的研究. マリモ研究, 7 : 1-13.

- 吉田忠生・長尾学・若菜勇・横浜康継（1994）マリモ大型球状体の光合成・呼吸特性。
マリモ研究, 3 : 1-6.
- 吉井義次（1919）史跡名勝天然記念物調査報告第四號 北海道ニ於ケル天然記念物, 31pp.
内務省, 東京.
- 吉井義次（1925）阿寒湖ノ毬藻. 天然記念物調査報告 植物之部 第一輯, pp.30-36,
図版 2. 白鳳社, 東京.
- 吉井義次（1956）阿寒湖マリモ調査報告, 6pp. プリント.
- Yoshii, Y., Hanyuda, T., Wakana, I., Miyaji, K., Arai, A., Ueda, K. and Inouye, I.
(2004) Carotenoid composition of *Cladophora* balls (*Aegagropila Linnaei*) and
some members of the Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta): their
taxonomic and evolutionary implication. *J. Phycol.*, 40: 1170-1177.
- 財団法人前田一步園財団編（1994）阿寒国立公園の自然 1993, 1290pp. 財団法人前田
一步園財団, 阿寒.

資料 1. 阿寒湖のマリモと周辺地域の自然に関する年表

年		事項	備考
1802	享和 2	雌阿寒岳の硫黄試掘	
1808	文化 5	釧路ールベンペー阿寒湖ー網走間の網走山道開削	
1858	安政 5	松浦武四郎が阿寒湖を探検	
1881	明治 14	内田瀨と田内捨六が阿寒湖周辺を踏査	内田・田内 1882
1887	明治 20	雌阿寒岳の硫黄採掘開始	
1892	明治 25	釧路ー雪裡ー幌呂ーピリカネップー雌阿寒岳間の道路開設	
1893	明治 26	阿寒湖でヒメマスの採卵を開始し、以後原産湖として他湖へ移植	
1897	明治 30	川上瀧彌が阿寒湖シュリコマベツ湾でマリモを採取	
1898	明治 31	川上瀧彌が植物学雑誌で採取記録と和名「毬藻」を発表	
1906	明治 39	前田正名が阿寒前田一步園を設立し阿寒湖畔の開発に着手	
1907	明治 40	湖畔での旅館営業開始	
1915	大正 4	阿寒湖の 4 島嶼が原生天然保存林に指定される	
1917	大正 6	田中館秀三、初めて阿寒湖の透明度を測定	
1919	大正 8	国有林に阿寒保護区設置	
1919	大正 8	吉井義次（史蹟名勝天然記念物調査委員）がマリモを調査し、阿寒湖におけるマリモの生育状況とマリモの採取・売買が行われている実態を報告	
1917	大正 6	釧路に北海道興業株式会社が設立	
1918	大正 7	北海道興業株式会社による飽別発電所建設開始	
1920	大正 9	飽別発電所完成、送電を開始する	
1920	大正 9	洪水で釧路川の支流であった阿寒川が大楽毛から太平洋に流出	
1921	大正 10	マリモが天然記念物に指定される（3月3日）	
1922	大正 11	徹別発電所完成	
1922	大正 11	北海道電灯会社が電力強化のため阿寒湖水面低下の許可を出願	
1922	大正 11	吉井義次が来湖して調査の結果、水力発電に伴う湖水面低下を平水位以下 3 尺を限度とするよう上申	

1922	大正 11	西村眞琴が阿寒湖で調査	
1923	大正 12	発電のため阿寒湖の水利用が河川法により許可されるとともに（利用水深は 4 尺 2 寸）、滝口に制水門を建設	
1924	大正 13	ルベシペー北見間道路開通	
1924	大正 13	木材の鉄砲流しによるマリモ被害が報じられる	釧路新聞
1924	大正 13	制水門の乱用による水位低下とマリモ被害が報じられる	釧路新聞
1924	大正 13	保護を目的としてマリモを阿寒湖からチミケップ湖に移植	館脇 1952a
1925	大正 14	蘇牛発電所完成	
1925	大正 14	杣夫輸送の船を利用して副業的に湖内遊覧を始める	
1926	大正 15	舌辛－阿寒湖－北見相生間にバス運行	伊藤自動車
1926	大正 15	西村眞琴がマリモを阿寒湖から支笏湖に移植	
1927	昭和 2	木材流送のための筏曳航船を用いてマリモ群生地への観光船運行を開始	
1928	昭和 3	阿寒湖漁業組合が設立し他湖からワカサギ等の魚種を移植	
1929	昭和 4	上飽別発電所完成	
1930	昭和 5	阿寒湖と弟子屈を結ぶ阿寒横断道路が完成	
1931	昭和 6	茂足寄－尻駒別間の道路（現国道 241 号線）開通	
1934	昭和 9	内務省告示 567 号で阿寒、屈斜路、摩周、オンネトー地域 87,498 ha を阿寒国立公園に指定	
1937	昭和 12	三好学が調査を行い、遊覧船の投錨等による群落の攪乱を指摘	
1938	昭和 13	阿寒国立公園の特別地域指定	
1938	昭和 13	イベシベツにワカサギの採卵場を設置	
1941	昭和 16	このころまでにシュリコマベツのマリモが全滅	
1949	昭和 24	阿寒観光協会創立	
1949	昭和 24	文部省の同意を得て道教委が 2 月 21 日から 5 月 10 日まで北海道配電に従来の 4 尺 2 寸より更に 2 尺の湖水低下の水利用を許可	北海道配電
1950	昭和 25	道教委は前年と同条件で北海道配電に 2 尺低下（実質 6 尺 2 寸）の水利用を継続承認	

1950	昭和 25	春季の水位低下によってマリモに甚大な被害を及ぼしている事実が判明	
1950	昭和 25	阿寒村の要請により道教委・北海道配電の合同調査が実施される（館脇操らが担当）	1952 年まで
1950	昭和 25	地元住民による「マリモ愛護会」が発足するとともに、第 1 回まりも祭りが開催される	
1951	昭和 26	文化財保護委員会はマリモへの影響を認め、前年までの 2 尺低下の水用継続承認を 1 尺低下に変更（実質 5 尺 2 寸）し、併せて漏水の防止やマリモ生育地への遊覧船立入り制限等を指摘	北海道電力
1952	昭和 27	予想以上のマリモ被害に対し、厚生省は明年からの阿寒湖水 1 尺低下禁止を決定する（実質 4 尺 2 寸まで）	
1952	昭和 27	特別天然記念物に指定（3 月 29 日）	
1952	昭和 27	北海道電力が滝口水門下流の漏水防止工事を実施	
1952	昭和 27	このころ阿寒川最後の流送（イタルカオマナイ川）	
1953	昭和 28	然別第一発電所が完成し送電を開始したことを受け、以降、阿寒湖の水利用は 1923 年以來の 4 尺 2 寸が守られるようになり水力発電からのマリモ保護が確立される	
1954	昭和 29	阿寒国立公園の特別保護地区指定	
1954	昭和 29	阿寒湖ーパンケトー林道開設	
1956	昭和 31	吉井義次が調査を行い、1919 年および 1922 年の調査時に比較して著しいマリモの減少を確認	
1956	昭和 31	1954 年に生じた風倒木の処理のため最後の湖水流送	
1957	昭和 32	前年チュウルイに監視舎を設置しマリモ保護監視人の常駐を開始	
1957	昭和 32	山田幸男らマリモの褐変について調査	
1957	昭和 32	チュウルイ河口付近に打ち上げられたマリモの一部をシュリコマベツへ移植	
1958	昭和 33	チュウルイ河口付近にマリモが大量に打ち上げられる（5 月）	
1958	昭和 33	チュウルイ湖岸にヨシを移植（長さ 100 m、幅 7 m）	
1958	昭和 33	マリモ打ち上げ防止網を設置（水深 1 m、長さ 180 m）	
1958	昭和 33	北海道大学・道教委・阿寒町等によるマリモ分布調査	1961 年まで
1960	昭和 35	阿寒湖温泉地区の湖岸埋立工事が完成	

1961	昭和 36	マリモ保護の観点から、既に許可されている利用水位幅 (1.273 m) をさらに縮小するよう地元等から北海道電力に要望があり、渇水期の水位を最低水位プラス +30 cm 以上に保つ努力をする旨の回答	
1961	昭和 36	中型木造船から中型鋼船への更新が進む	
1961	昭和 36	観光船のチュウレイ湾乗り入れ自粛に伴い、チュウレイ島にマリモ観覧施設を設置	
1962	昭和 37	チュウレイ湖岸にマリモ打ち上げ防止堤を設置 (高さ 1.3 m、幅 2.6 m、長さ 192 m)	1966 年に 100 m 追加延長
1963	昭和 38	道教委・阿寒町による生育調査	
1963	昭和 38	阿寒湖における発電用の河川工作物使用の継続申請許可 (利用水位: EL 419.990 m~EL 418.717 m)	
1963	昭和 38	阿寒湖畔スキー場開設	
1964	昭和 39	「マリモ愛護会」を発展的に解消し、全町的な「マリモ保存会」を設立	
1965	昭和 40	阿寒湖バスセンター完成	
1965	昭和 40	台風によりチュウレイ湖岸にマリモが大量に打ち上げられる	
1965	昭和 40	山田幸男による打ち上げの実態調査	
1966	昭和 41	まりも国道舗装完成	
1968	昭和 43	阿寒湖にビジターセンター (道立) 開館	
1970	昭和 45	大型鋼船の就航により輸送力が向上する	
1970	昭和 45	チュウレイ島ならびに大島、ボッケ付近の湖岸が洗掘され、湖岸で倒木が頻発 (6 月)	
1972	昭和 47	COD 等環境基準の類型指定	
1972	昭和 47	阿寒町教委の委託により黒木宗尚らが生育調査	1975 年まで
1972	昭和 47	湖岸浸食が顕在化するなどしたため、それまで最低水位+0.4~+1.1 m の範囲で運用していた水位幅の上限を+1.0 にするとともに、4 月下旬から 11 月下旬の間の下限を+0.7 m に設定	
1973	昭和 48	強い北風により温泉街湖岸にマリモが多数打ち上げられ、回収後チュウレイに返還 (5 月)	
1975	昭和 50	阿寒湖畔特定環境保全公共下水道着工	
1977	昭和 52	阿寒湖の特別地域について、第 1 種、第 2 種、第 3 種の地種区分が行われる	

1978	昭和 53	チュウルイ島マリモ展示観察センター完成	
1978	昭和 53	異常繁殖したキネタンペ湾のヨシを除去	
1978	昭和 53	マリモ打ち上げ防止堤の 1962 年設置分 (192 m) を撤去	
1978	昭和 53	強風のためチュウルイ湖岸にマリモ約 1 万個が打ち上げられる	
1979	昭和 54	「マリモ保存会」を発展的に解消し、全町的な「マリモ保護会」を設立	
1980	昭和 55	阿寒町が阿寒湖環境保全基本計画を策定	
1982	昭和 57	阿寒町が阿寒湖流入排水路に沈殿池を設置	
1983	昭和 58	財団法人前田一步園財団設立	
1983	昭和 58	北海道が阿寒湖温泉街の底泥を浚渫	1988 年まで
1984	昭和 59	阿寒湖畔ビジターセンター (環境庁) が竣工	
1984	昭和 59	一步園の森林すべてが鳥獣保護区に指定	
1985	昭和 60	窒素およびリンに関する環境基準の類型指定	
1985	昭和 60	阿寒町教委の委託により黒木宗尚らが生育調査	1986 年まで
1986	昭和 61	阿寒湖畔特定環境保全公共下水道の供用を一部開始	
1987	昭和 62	南南西の風のためチュウルイ湖岸にマリモが打ち上げられる (大型のもの約 600 個)	
1988	昭和 63	阿寒町教委の委託によりマリモ調査研究会 (吉田忠生代表) が定期調査	1991 年まで
1989	平成元	チュウルイ・キネタンペ両生育地の定期的な水質検査	1997 年まで
1990	平成 2	阿寒国立公園の車馬等乗入れ規制地域指定	
1990	平成 2	温泉街・ボッケ周辺湖岸にマリモが打ち上げられる (5 月)	
1991	平成 3	阿寒町教委にマリモ専門学芸員を配置	
1991	平成 3	まりも祭りの中で一般を対象としたマリモ生育地見学会を開催	現在まで毎年実施
1994	平成 6	早春にマリモが氷により圧迫されている事実が判明、阿寒町教委とマリモ保護会が調査	
1994	平成 6	地元児童を対象とした生育地見学会を開催	現在まで毎年実施
1995	平成 7	チュウルイ島マリモ展示観察センターを全面改修	
1995	平成 7	阿寒町教委が特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」第 3 次総合調査	1997 年まで

1995	平成 7	チュウレイ湖岸にマリモの大量打ち上げが発生し（11月）、チュウレイ川の流れを利用して沖合に移動	
1996	平成 8	特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」保護会・阿寒湖畔パークボランティアの会・阿寒マリモ自然誌研究会の3団体による「マリモ 21 世紀プロジェクト」が発足	
1997	平成 9	春の渇水期の水位を試験的に最低水位+30 cm で運用	
1997	平成 9	地元中学生を対象とした卒業記念氷上マリモ観察会を開催	現在まで毎年実施
1997	平成 9	第 3 次総合調査最終年度にあたり、チュウレイ・キネタンペ両生育地の詳細な調査を実施（多数のボランティアが参加）	
1997	平成 9	植物版レッドリストで絶滅危惧Ⅰ類に指定される	
1997	平成 9	マリモ人工栽培技術の特許出願（北海道電力との共同研究）	2008 年まで
1997	平成 9	調査研究成果やトピックを紹介するまりも祭り講演会を開催	現在まで毎年実施
1998	平成 10	日本植物学会第 62 回大会でシンポジウム「発見・命名から 100 年、マリモ研究の現在－分類・系統から保全生態まで」を開催	
1998	平成 10	マリモ発見命名 100 年記念シンポジウム「マリモの保全と活用をめぐる」を開催するとともに、特別展等の関連事業を実施	
1999	平成 11	国際共同研究プロジェクト始まる（欧州調査の実施および第 1 回国際シンポジウムの開催）	2004 年まで
2000	平成 12	第 2 回国際シンポジウムを開催	
2000	平成 12	国立科学博物館特別展「気づかなかった地球の不思議－微少藻の世界」でマリモの生体を展示	
2002	平成 14	阿寒湖畔エコミュージアムセンターが開館し、マリモ研究室を併設	
2002	平成 14	Algae 2002（日本藻類学会・アジア太平洋藻類学フォーラム合同会議）でシンポジウム「マリモ研究の最前線」を開催	
2002	平成 14	特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」指定 50 周年記念フォーラムを開催	

2002	平成 14	直径 30 cm 超える巨大なマリモの生育が多数確認されるも 10 月の台風で大半が打ち上げられる（結氷前に返還作業を実施）	
2003	平成 15	2003 年マリモセミナー「マリモ・クレードー分子系統学がもたらす新しいマリモ像」を開催	
2003	平成 15	特別展「これがマリモファミリーだーDNA 研究が明らかにしたマリモの仲間たち」を開催	
2004	平成 16	阿寒町と根釧西部森林管理署がマリモの生育環境保全を目的として森林整備協定を締結	
2004	平成 16	マリモの生育環境調査が環境省の事業（国立公園の管理手法に関する検討調査）枠で実施される	2006 年まで
2004	平成 16	写真パネル展「阿寒湖のマリモは私たちが守る」を開催	
2005	平成 17	マリモの浮沈現象が初めて確認される	
2005	平成 17	阿寒湖がラムサール条約に登録される	
2005	平成 17	新・釧路市誕生（阿寒町・音別町・旧釧路市が合併）	
2005	平成 17	阿寒湖の自然環境シンポジウム「阿寒湖の水環境と水生生物の保全・管理手法について考える」を開催	
2005	平成 17	NPO 阿寒観光協会まちづくり推進機構設立	
2006	平成 18	公開座談会「阿寒湖の昔を学び、未来を考える」開催	
2006	平成 18	マリモ盗採事件発生	
2006	平成 18	マリモ盗採防止対策連絡会議発足	
2007	平成 19	マリモワークショップ「マリモ消失個体群復元のための予備的検討調査」を開催	2008 年まで
2007	平成 19	西村真琴の「緑王国」を復刊	
2007	平成 19	マリモ盗採防止シンポジウム「阿寒湖の希少植物をめぐる盗採のいま」を開催	
2007	平成 19	阿寒湖東岸の温泉湧出域で近縁種のタテヤママリモの生育を確認	
2007	平成 19	10 月の低気圧で大型のマリモが打ち上げられ、12 月に返還作業	
2007	平成 19	まりも祭り 60 回記念写真パネル展を開催	
2007	平成 19	「阿寒湖のマリモ保護管理事業」が環境省の生物多様性保全推進支援事業に採択	2011 年まで

2009	平成 21	マリモ盗採防止対策連絡会議を発展的に解散し、官民 22 団体からなるマリモ保全対策協議会が設立され、マ リモ育成試験などを実施	
2010	平成 22	マリモ保全対策協議会設立記念シンポジウム開催	
2010	平成 22	マリモ保護会が釧路管内教育実践表彰を受ける	
2010	平成 22	パンケトーでマリモ（着生型）の群生を確認	
2010	平成 22	猛暑の影響でチュウレイ湾の大型のマリモが浮上	
2010	平成 22	ウチダザリガニ対策を考える市民フォーラムを開催	
2011	平成 23	写真展「阿寒湖のマリモを守る」を開催	

資料2. 阿寒湖におけるマリモの生育状況に関する主要な調査記録

年	マリモの生育状況			備考
	シュリコマベツ (および大崎)	チュウルイ	キネタンペ	
1897	・毬圓の緑色藻にして大小の物、水底に羅列す。			川上 (1898)
1919	・ (毬藻は湖内の3か所に見られ) 何れも湖岸に近く深さ三四尺より十数尺程の湖底に相敷き相重なりて横たわる。	同左	同左	吉井 (1919) ・ 世人の鑑賞品として愛玩すべきを知り先年此の湖より多く採集して帝都に送り販げる者あり。
1922	<ul style="list-style-type: none"> ・ マリモは湖内の4か所において見いだされた。いずれも湖岸に近く、ヨシの生育する浅い水底に点在し、あるいは畳積して極めて多量に生じていた。これらの生育の付近には必ず流入する小川があり、湖底は泥土であった。 ・ 大崎は湖の西北岸にあつて、マリモは狭小の地積に見いだされた。形は小さく、かつ不完全なものであった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 湖の北東岸にあつて、かつてマリモの最も旺盛に發育した場所で、阿寒湖マリモの代表的産地。大小の球が広い地積にわたって無数に畳積していたばかりでなく、湖岸の渚には多数のマリモが打ち上げられていた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前育地よりさらに北方に深く突入した湖岸で、特にヨシの群生が著しい。マリモの湖底畳積状態ならびに生育がチュウルイに次ぎ、大型のものが多くあつた。 	吉井 (1956)

	<ul style="list-style-type: none"> ・シリコマベツは湖が西北に湾入した場所で、湖岸に沿い広い地積にわたってマリモの大球が3、4層畳積して多数見られた。 			
	<ul style="list-style-type: none"> ・毬藻は湖中（シリコマンベツ）（チュウルイ）（ケネタンベツ）の三箇所産し、面積約三、四町歩に及べり。 ・概ね水深三、四尺ないし十数尺の湖底に産し、大小無数の毬藻畳積し、多き箇所は三、四層、その厚さ尺余に達するものあり 	同左	同左	北海道庁内務部 (1925)
1922	<ul style="list-style-type: none"> ・毬藻は（阿寒湖の）ただ三箇所の小区域に限って存在せり。しかもその生所は必ず河口に接近す。 ・比較的浅所に蕃殖するを常とす。その分布は約二丈の深所より波打際に及び、その岸に近きものは概して小形なるも（小さなものは直径四分）深所に分布するものは比較的大型（直径九寸）なり。 	同左	同左	西村（1926）

	<ul style="list-style-type: none"> ・群落の密なる所にては積み重つて層をなし、その層の厚さは一尺に及ぶこと多し。 			
	<ul style="list-style-type: none"> ・阿寒湖に於ける棲息所は3か所あり、湖水の湾入区域のチュウレー、キネタンベ、シリコマベツの3河川の注入する沿岸部である。 ・シリコマベツのものは木材の流送の被害により球形の崩壊したる集団多く、かつ湖岸は塵に埋められ砂岸区域少く、球形形成に不適當の状況である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・分布量最も多く4 mの深底にも分布し、大体同形のものが集合堆積し、小形集団は湖岸近き浅水区にある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・芦間に沈棲。 	菅野 (1934)
1937	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシの発生せざる湖底に多く存在 (水深2.5 m)。 ・1929年尻駒別川の上流に於いて富士製紙株式会社経営の伐木行われ、木材は河水により湖中へ流送せられたる為水質濁し、1931年には毬藻の腐死を起こせるが、其後右伐木事業廃止され、遂に被害なきに至れりと云ふ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシの発生せざる湖底に多し (水深3.5 m)。 ・何れもアカンコモ・ヒロハノエビモ・ホザキノフサモ等の生ぜる河口付近の湖底にある。 ・丸石を敷いたように相互に接触して横たわる。 ・大小の種々の毬藻は自ら存在の場所を異にし、或る地点には主に大形のもの多く、他の地点に 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシの発生せる水底に多い (水深0.9~1.6 m)。 	三好 (1938)

	<ul style="list-style-type: none"> ・今日にては毬藻は阿寒湖特産物として著名となり、該藻観覧船頻繁に往来し、風波あるときは毬藻密集せる所へ投錨して舟を停め、之が為該藻群落を攪乱するに至ることありと云う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・は小型のもののみ発見せらるる。 ・毬藻の多数存在せる場所は河口に直面せずして、其側の偏在せり。(聞き取りによれば) 各産地とも約1町歩に亘り、厚さ3.5 cmの層を成すという。 ・中には珪藻奇着して淡褐色となり病徴を呈するものあり。 		
1943	<ul style="list-style-type: none"> ・流送のため壊滅に帰す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・只チュウレイに少々(やや)生色を見ているのみ。 ・チュウレイ沢の河口から東方にあり毬体をなさないものの分布まで加えると、その分布面積はキネタンペに比して遙かに広い。 ・マリモの棲息範囲は長さ約500 m、幅約200 mで、水深は0.6~6 m位。 	<ul style="list-style-type: none"> ・昔日の面影なし。 ・一見水路に見えるがごとき幅約15 mの水面を距てて水中に生ずる幅10~30 mのヨシ純叢があり、マリモの棲息地と見られるのは大部分はこの水路のごとき湖底で、深さは1~1.8 mの所に最も多い。 ・棲息地の長さは約260 m、幅10~30 m、マリモの大きさは3~13 cmで平均5~7 cm。 	館脇(1949)
1950~		<ul style="list-style-type: none"> ・過度な水位低下によって、チュウレイの湖畔は長さ約170 m、幅5~23 m(平均約16 m)に亘る無数のマリモが白色化して累々 	<ul style="list-style-type: none"> ・マリモ棲息地付近の毬団は大部分浸水区域に入っていたが、3か所にその露出地があった(計820 m²)。 	館脇(1952a) <ul style="list-style-type: none"> ・露出によるマリモ被害の原因は、通常の許可最低水位を1949

		<p>と敷き詰められて露出（面積2700 m²）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汀線には深所より流動してきた中形のマリモが認められ、なお波打ち際近くには多数の小形毬団が浮上し、波打ち際には新鮮な小形、中形のマリモの多数が打ち上げられんとするのを見た。 		<p>年にさらに2尺下げたことによる。</p>
1951	<ul style="list-style-type: none"> ・シリコマベツのマリモ毬団は現在稀に点生的にあるに過ぎない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・鮮彩度が昨年に比して一層おち、毬団表層の糸状層が緊密に相寄り、短いベルベット状の深緑色を呈する美しいマリモが減少。 ・チュウレイにおける大毬、中毬の減少は（中略）相当なものであることは否定できない。そして、層数の減少も（中略）かなりの面積に及ぶ。 ・チュウレイにおける小毬の新増加はかなりの数にのぼる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・キネタンベにおける中毬、大毬の集団は部分的に見ると破壊せるところができ、（中略）全般的にわたり、衰退の徴は前年度よりひどくなった。 	<p>館脇（1952a）</p>
1956	<ul style="list-style-type: none"> ・大崎ではマリモを探し得ず、恐らく絶えたのであろう。 ・シリコマベツでは、調査では見 	<ul style="list-style-type: none"> ・30年前に比べて数量が著しく減少しているのに一驚した。ここには現在毎日観光船が入り、の 	<ul style="list-style-type: none"> ・調査した中では最も自然状態に保たれていたが、30数年前の状態とはほど遠い。 	<p>吉井（1956）</p>

	<p>いだし得ず、30年間にかくも多量にあったものの大部が消滅したことは疑いない。付近の湖水は著しく汚濁していた。</p>	<p>ぞき眼鏡で水底のマリモを観覧させている。船のスクリューで攪拌される泥土の下にはなお相当量のマリモが生育すると思われるが、このまま放置すれば、益々枯死減少するのは明らかである。</p>		
1958		<ul style="list-style-type: none"> ・チュウレイ川口両岸湖底40 m位の沖まで濁水のため乾上がり、この間に多量のマリモが枯死寸前である(4月)。 ・大型遊覧船の機関を止める線が岸すぎ、また小型船は自由に機関をかけたまま出入りしており、大型船同様に綱を以て曳航すべき。 	<ul style="list-style-type: none"> ・キネタンベの大形マリモが露出寸前にある(4月)。 ・大部分大形中空で、中形の健全なものは甚だまれ。 	山田(1976)
1958 ～ 1960	<ul style="list-style-type: none"> ・現在ではシリコマベツは全く荒廃している。大部分軟泥で悪臭を放つものが多い。 ・マリモの小型毬団はシリコマベツ川河口に近くと、北岸の砂地に各々1か所知られた。糸状体をなすものもこの河口に痕跡的に 	<ul style="list-style-type: none"> ・マリモの量が最も多く、美しい毬団をなすもの多い。 ・チュウレイ川河口から東方、岬の先端を結ぶ区域に多い。 ・中型毬団は水深2 mまでの砂質のところに見られ、小型のものよりは深く4 m位までの砂質の 	<ul style="list-style-type: none"> ・水深1.5 m位のところに(中型毬団が見られ、多層をなして生育している。 ・中空のものが多く水面に取り出すとすぐこわれてしまうものが多い。 ・岬の南方には糸状体が割合広い 	<p>マリモ調査隊(1963)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・湖内の全域を調査した結果、毬団を33か所、糸状体を159か所、石に付着するフトヒメマリモを35か所で確認。

	<p>見られた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フトヒメマリモは北岸に見られ、又湾口の南でも見られた。 ・先年、シリコマベツにマリモを移植したが今は全く見る影もない。 ・セリ川から湖畔を経てボッケに至る間：小型毬団はセリ川に河口に近く2か所見られたが、これは美しい毬団をなしており、密度も割合に高い。しかし、その分布の範囲は狭い。糸状体をなすものはポンモシリの東方に多く見られた。 	<p>ところに多い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・糸状体は2～4 mの間に最も多く11.5 mの深所からも見られた。 ・チュウルイモシリからヤイタイモシリに至る間：小型毬団はチュウルイモシリ付近の砂地に見られた。糸状体をなすものはこの全域に散在しているが割合深いところにも見られ（中略）、フトヒメマリモも6か所見られた。 	<p>範囲に多量に見られ、フトヒメマリモも2か所見られた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボッケと大崎を結ぶ線から滝口に至る間：糸状体をなすものは南岸及び大島周辺に見られ（中略）、フトヒメマリモもまた南岸に見出されたが砂の部分に多い。大崎等雄阿寒岳側にはマリモは見られなかった。 	
1965		<ul style="list-style-type: none"> ・湾内の295点で採泥器によりマリモの有無を確認したところ、70地点でマリモ毬団が確認され、内60地点に於いては小型マリモのみが採取され、中型毬団が見出されたのは10地点に過ぎない。 ・毬団をなすマリモは大体水深4 		山田（1973）

		<p>m位迄の浅所に最も多く、特に中型のものが著しい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・(1958～60年の結果と比べて) 大いなる差違は、特に分布状態に於いては、みられない。 ・マリモの絶対量を推定することは出来なかったが、1959年の調査の際と比較して可成り減少しているとの感を覚えた。それは中型マリモの採取度、並に量が前回の調査の際に於けるよりも更に少なかったことから想像出来る。 ・糸状体は毬団をなすものがくずれた結果生じたものと考えられる。 		
1972	<ul style="list-style-type: none"> ・シリコマベツ川口沖の水深1～1.5 mの水草のない砂地に1～2 cmのものが稀にあった。 ・シリコマベツ湾口北側(ヤイタイモシリ寄り)の水深2 m位まで小石で、これより深い所は砂になっている(岸深のところ 	<ul style="list-style-type: none"> ・マリモはチュウレイ川以東に分布し、特に(中略)水深2～4 mの所に群生している。(1958～60年の)調査結果では2 m以浅に多いとされているので、その分布がやや深所に移動しているということになる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・(天然記念物標柱から)120～230 m位の葦原の水路には大小の毬団が密集。 ・水路の外側の葦原にはマリモは少なく、(1958～60年の調査の調査図にはほとんど示されていない)葦原の外側の水深3.5 m 	黒木(1973)

	で)、より深い所の小石にフトヒメマリモが1 cm位の高さで密に付着している。	<ul style="list-style-type: none"> ・(また1965年の) 調査結果と比較するとほぼ同様であるが、やや東によっているようでもある。 	位までの所に小型マリモの群集地がある。	
1973		<ul style="list-style-type: none"> ・ビロード状のマリモは水深1~3 m、距離150 m位までのところに多く、しかもD, D'両基線を中心に分布している。 ・3、4 m以深は緩集団と糸状体が多くなり、最大で約50 cmの厚さに体積する。 ・全分布面積は8.6 ha、総湿重量は565 t。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ビロード状毬団は殆どが湾の北側とヨシ原の間に水深2 m以浅の水路状のところに限られている。 ・ヨシ原の中には殆どない。 ・全分布面積は2.4 ha、総湿重量は95 t。 	黒木ら (1976a)
1975、1978		<ul style="list-style-type: none"> ・マリモ打上げ防止堤の西半分(1962年設置、長さ192 m)は古くなり、破損していたため除去。 ・天然記念物標柱沖の100 mの範囲についてみると、30 mから100 mの間は水草が密生。 	<ul style="list-style-type: none"> ・蘆原の切れめ附近とその西側の水路の大型マリモは特に大きな変化はない。 ・天然記念物標柱の東側の水路とまばらな葦の中に直径7、8 cm位までの小型ビロード状マリモを初めて確認(柔らかく、堆積の深さ25 cm位、底は砂質)。 ・西側が小型マリモ群、東側が大型マリモ群。 	黒木 (1978)

1978		<ul style="list-style-type: none"> ・マリモの分布範囲はこれまでと変化はないが生育地全体にエビモ、クロモ等の13種類の水草が以前より繁殖し、その結果水の流れが弱くなりマリモは泥をかぶり動きがなくなっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシが必要以上に繁茂しマリモの運動、生成、形の維持に支障を来している。 	<p>阿寒町教育委員会 (1978)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水草及びヨシを部分的に採取し、推移を観察
1985		<ul style="list-style-type: none"> ・ビロード状マリモが大幅に減少した。この中で、小型マリモが減少傾向にあるように思われる。 ・新生小毬団と緩毬団は殆ど変化ないが、緩集団と糸状体は減少した。 ・チュウルイにおける全分布面積は7.8 ha、総湿重量は503 t (うちビロード状毬団42 t、1973年は76 t)。 ・マリモ生育地における水草の繁茂が著しい。10年前と比較してみると、種類、量ともほぼ増加傾向にある。 ・水草の繁茂状況をみるとチュウルイではキネタンベと比較して富栄養化傾向が著しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ビロード状マリモは殆ど変化がない。特大～大型マリモがやや減少しているように思われる。 ・新生小毬団と緩毬団はほとんど変化ないが、緩集団と糸状体は増加した。 ・キネタンベにおける全分布面積は2.2 ha、総湿重量は107 t (うちビロード状毬団35 t、1973年は37 t)。 	<p>黒木 (1986)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マリモの総量は前回調査(黒木ら1973年)に比べて大きな変化はない

1997		<ul style="list-style-type: none"> 球状体の分布面積は7.9 ha、湿重量は144 t、浮遊糸状体の分布面積は5.0 ha、湿重量は111 t。 	<ul style="list-style-type: none"> 球状体の分布面積は4.6ha、湿重量は162 t、浮遊糸状体の分布面積は3.5 ha、湿重量は12 t。 	<p>阿寒町教育委員会 (1998)</p> <ul style="list-style-type: none"> 全域を調査した結果、従来知られていたチュウルイ、キネタンペを含めた湖内の9か所でマリモが群生していることを確認し、生育形を着生糸状体、浮遊糸状体、集合体に分類 マリモ球状体に放射型と纏綿型の2型を確認
------	--	--	--	--

