

達古武湖自然再生事業実施計画

平成 25 年 3 月

環境省釧路自然環境事務所

－ 目次 －

第 1 章 実施者の名称及び実施者の属する協議会	1
第 2 章 本事業の位置づけ	2
第 3 章 事業実施計画の対象となる区域	3
第 4 章 対象地域の環境の現況	5
4.1. 対象地域及び周辺の社会環境の現状・概要	5
(1) 歴史の概要	5
(2) 産業と土地利用	6
4.2. 対象地域の自然環境の現状	7
(1) 達古武湖における水生植物	7
(2) 達古武湖及び対象地域の動物	21
第 5 章 達古武湖自然再生事業実施計画	31
5.1. 達古武湖における再生の目的と背景	31
5.2. 達古武湖における自然再生に関する課題	32
(1) ヒシによる生育阻害	32
(2) ウチダザリガニの生息状況	35
(3) 達古武湖への栄養塩類等負荷	36
5.3. 本事業の基本的な考え方	47
5.4. 達古武湖における自然再生の目標	49
5.5. 事業実施期間	49
5.6. 本事業における対策の方向性	50
(1) ヒシの繁茂による水生植物への負の影響の低減	50
(2) 富栄養化の原因となる栄養塩類の流入量削減	50
(3) 順応的管理とモニタリング	50
5.7. 本事業における水生植物回復のシナリオ	51
5.8. 本事業の構成	52
(1) 対策	52
(2) モニタリング及び順応的管理	52

5.9. 事業毎の実施計画	53
(1) 対策	53
(2) モニタリング及び順応的管理	61
(3) 達古武湖自然再生事業計画図及びモニタリング計画一覧	65

第6章 実施にあたって配慮すべき事項 67

6.1. 情報の公開と市民参加	67
6.2. 他の取組との関係	67
(1) 達古武地域内での連携	67
(2) 釧路湿原流域全体との関係	67
6.3. 計画の見直し等	67
【引用文献・参考文献】	68

第1章 実施者の名称及び実施者の属する協議会

本実施計画は、釧路湿原自然再生協議会に属する環境省釧路自然環境事務所が達古武湖自然再生事業を実施するためにとりまとめたものである。

本実施計画の議論は、環境省釧路自然環境事務所で設置する「釧路湿原東部湖沼自然環境調査検討委員会」において学識経験者の指導・連携のもと事業の方向性等を整理し、同協議会の設置する湿原再生小委員会において事業計画の検討を行った。

第2章 本事業の位置づけ

釧路湿原における自然再生事業は、2005 年 3 月に策定された釧路湿原自然再生全体構想を基本的な枠組みとして実施されている。釧路湿原自然再生全体構想は、過去に損なわれた自然を積極的に取り戻そうとする取組として、「この地域に本来生息している生き物たちが絶滅することなく生きていける環境、そして私たちの暮らしに豊かな恵みをもたらす「水と緑の大地」を取り戻す」ことを全体目標とし、具体的な 3 つの目標を定めている。この 3 つの目標のうち、「湿原生態系の質的量的な回復（生物環境）」を実現させるための施策の一つに、「湿原生態系と希少野生生物生息環境の保全・再生」が示されている。

本実施計画は、施策「湿原生態系と希少野生生物生息環境の保全・再生」の具体的な手法として「湖沼の希少野生生物の生息環境の保全・復元」に位置づけられる。また、本事業は同地域で自然再生に取り組んでいる「釧路湿原達古武地域自然再生事業」と連携して実施し、達古武地域の自然再生を推進するものである。

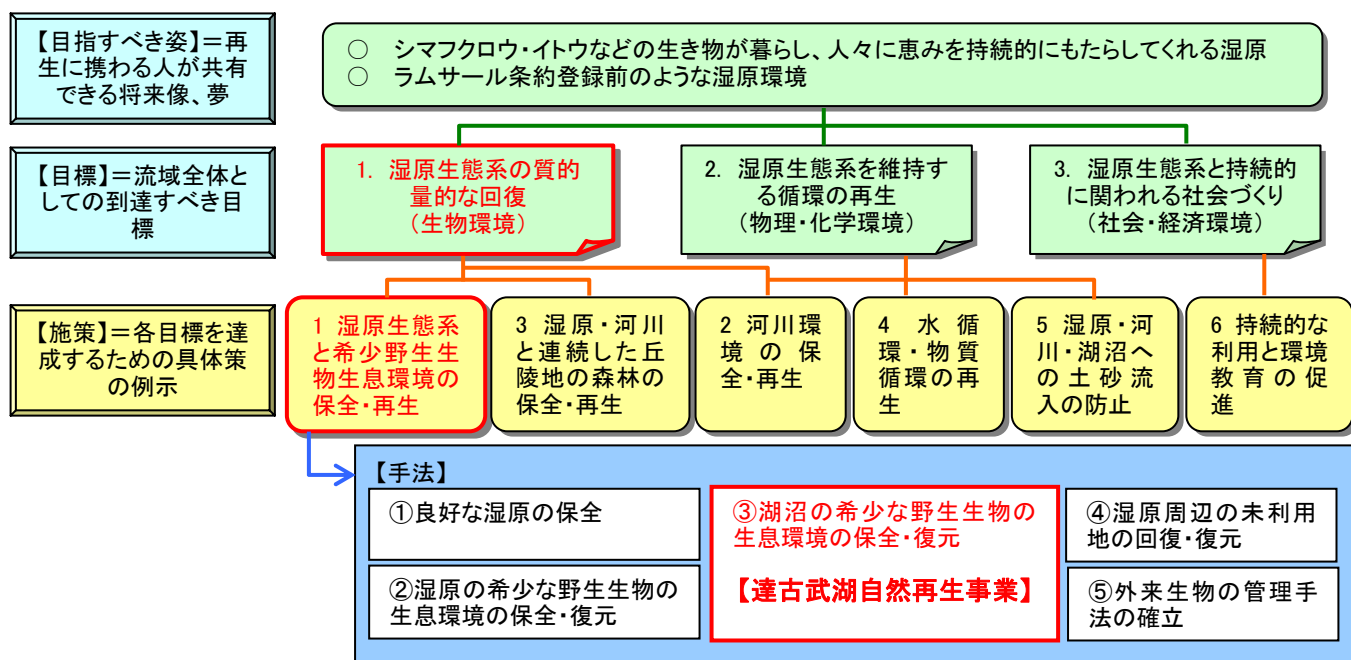


図 1 釧路湿原自然再生全体構想における本事業の位置づけ

第3章 事業実施計画の対象となる区域

本実施計画は、釧路湿原流域の東部湖沼の一つである達古武湖 133ha 及びその流域 2,400ha を対象とする（図 1 及び図 2）。



図 2 本事業の対象となる区域の位置図

出典：国土数値情報（流域界・非集水域（W12-52A-2K）） 国土交通省 1978-12-31（刊行日）

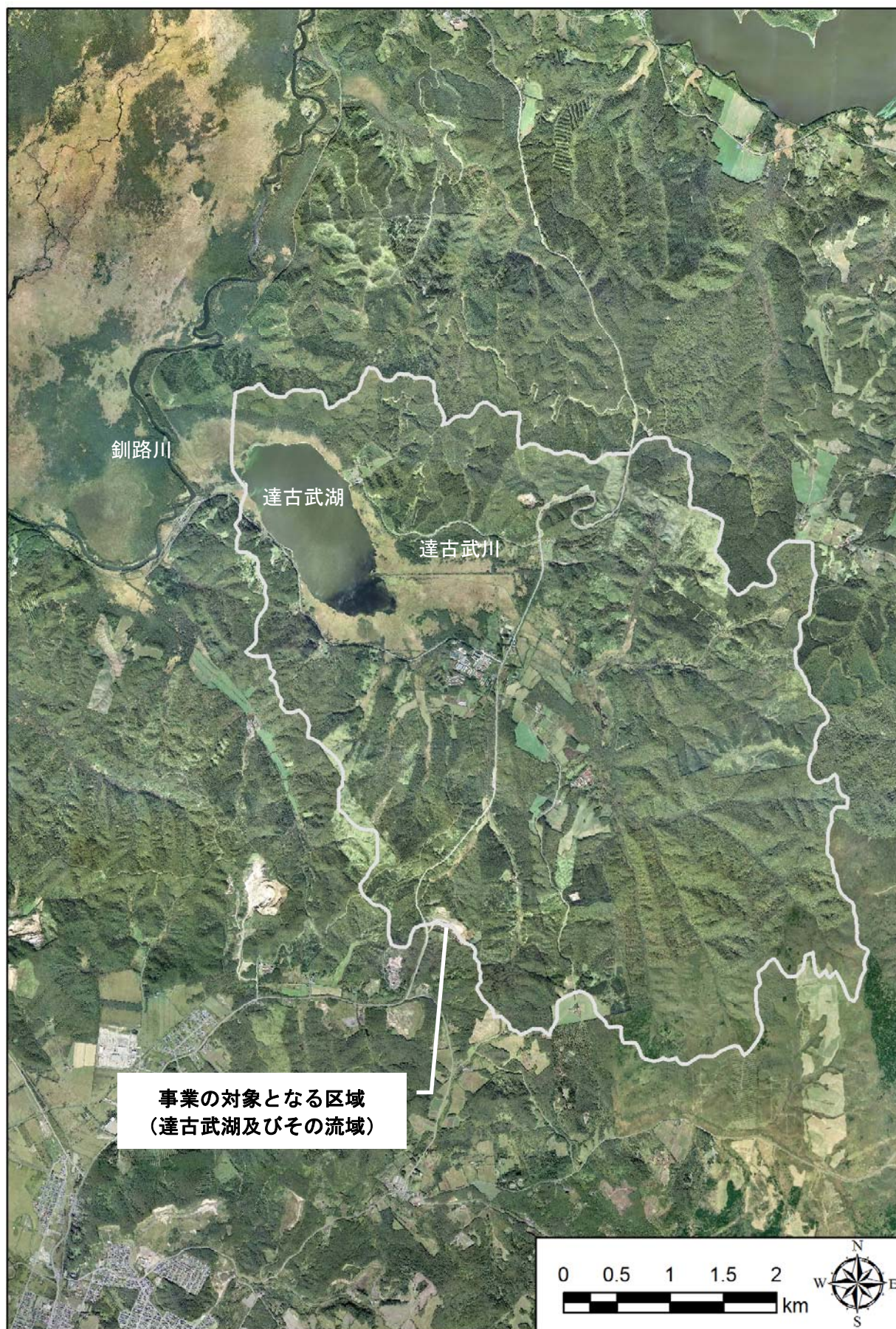


図 3 本事業の対象となる区域(2004 年 10 月撮影)

第4章 対象地域の環境の現況

本章では、対象地域における社会環境と自然環境の現況と課題を整理した。整理にあたっては 2005 年 2 月に策定した「釧路湿原達古武地域自然再生事業実施計画（環境省釧路自然環境事務所）」に示された課題を踏まえたものとする。

4.1. 対象地域及び周辺の社会環境の現状・概要

(1) 歴史の概要

達古武湖の周辺地域は、明治時代の中期（1880 年代）から開発が始まった。この地域は急傾斜の丘陵地が多いため畑作には不向きで、かつては馬産と薪炭生産が主な産業であった。1934 年には国鉄釧網線が開通して細岡駅が設置され、その周辺にも集落が形成され、住民の多くは国鉄の職員であった。1944 年には、達古武川周辺の湿原を農地化するために、河川改修が学徒動員によって行われ、約 200ha の農地を確保した。

達古武地域の薪炭生産は戦争による鉄道の混乱と、材木の枯渇で生産が停滞し、1944 年には終わりを告げた。また、戦後、軍馬需要がなくなったことで馬産が一時停滞し、その後本州での農耕馬の需要で生産が支えられたが、農業の機械化とともに馬産が衰退した。

戦後は、野菜、乳牛、肉牛等の生産が行われ、かつては山林原野を活かす農業として、放牧的に飼育できる肉牛は「達古武牛」として知られるまで発展した。

薪炭の生産のために枯渇した森林資源は、その後二次林として落葉広葉樹林が生育したが、高度経済成長期の紙パルプの需要の高まり等によって伐採され、荒廃が目立つものとなった。1960 年代以降にはカラマツの造林が道東全域で盛んとなり、達古武地域でもカラマツが広範囲に造林された。カラマツ植林は良好な人工林として管理されていたが、木材価格の低迷などが管理に影響を与えている。

高度成長期以降は、いわゆる「原野商法」により、土地投機の対象として山林・原野が小区画に分けられて売買され、自然荒廃の背景となっている。

釧路湿原は、1980 年 6 月に日本初のラムサール条約登録湿地となり、ついで、1987 年には釧路湿原国立公園が誕生したが、達古武湖はともにその区域に含まれている。

(2) 産業と土地利用

達古武湖周辺地域の主産業は農林業であり、北東部には人工林が広がり、林業が営まれている。達古武湖の南東部では酪農・畜産業が営まれている。達古武湖には漁業権が存在しないが、ワカサギの養殖・放流などが行われている。

観光業としては、釧路町営達古武オートキャンプ場でレンタサイクルやレンタルカヌーが行われているほか、細岡地区にもカヌーポートがあり、湿原の観察・利用を主体とした観光利用がなされている。

なお、達古武湖は1991年の第4回自然環境保全基礎調査¹⁾では、人為的改変のない100%自然が保全されている湖沼であるとされており、現在も達古武湖の周辺部は湿原や自然林が広がり、人為的な利用はほとんどされていない。

対象地域の土地利用に関して、自然林（広葉樹・針広混交林）が占める割合は、1977年から2004年にかけて69%（1,667ha）から68%（1,633ha）に減少しており、一方植林地や伐採跡地（針葉樹_カラマツ林、針葉樹_常緑針葉樹林、草地_ササ）は、14%（341ha）から17%（430ha）に増加した。

また、農地・牧草地（牧草地、耕作地）の占める割合は3%（73ha）とほぼ変わらないが、湿原部（草地_その他草地）の占める割合は12%（284ha）から9%（214ha）に減少した。

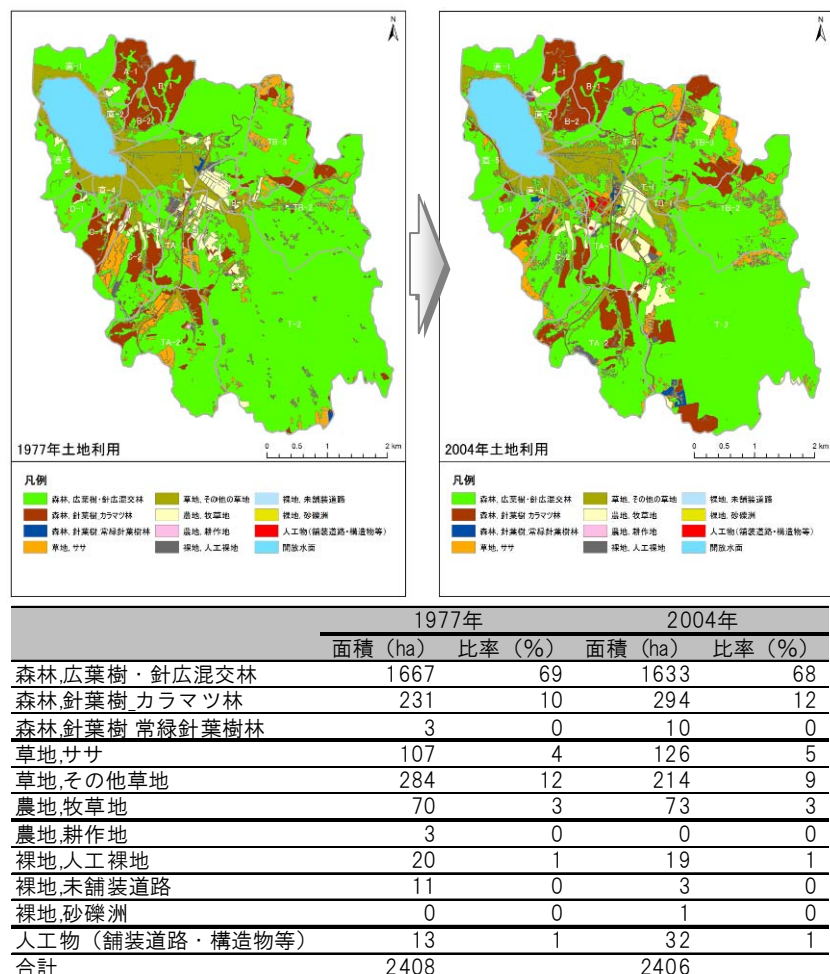


図 4 達古武湖周辺の土地利用状況

4.2. 対象地域の自然環境の現状

(1) 達古武湖における水生植物

1) 水生植物の変遷と現状

達古武湖はかつて、水深に応じた多様な生育型の水生植物など、多くの動植物が生育・生息し、生物の多様性が高い状態であった。かつて生育していた水生植物には、全国的に非常に稀であり環境省レッドリスト（2012）²⁾で絶滅危惧種に指定されているカラフトグワイ（絶滅危惧ⅠA類）やナガバエビモ（絶滅危惧ⅠA類）、イトイバラモ（絶滅危惧Ⅱ類）などが含まれるほか、1968年には日本最大のヒンジモ（絶滅危惧Ⅱ類）群落が確認³⁾されるなど、水生植物の宝庫とも呼べる湖であった。

1975年と1976年の水生植物調査⁴⁾では、湖心部を除いてネムロコウホネを中心とする浮葉植物群落沿岸帯に広がり、沈水植物は湖の全面にわたって生育していたとされ、当時の水生植物の現存量は現在と比較にならないほど大きかったと考えられる。1992年に国土地理院が作成した湖沼図⁵⁾でも、水生植物がほぼ全面に分布していたことがうかがえる。



図 5 1992 年当時の水生植物分布^{5,6)}

達古武湖では、15科29種の水生植物が確認されている。アオコが発生する以前の1975年、1976年の調査および1991年の調査では、ネムロコウホネやセンニンモなど20種を超える水生植物が確認されていた⁴⁾。しかし、アオコ発生後の2000年以降には確認種数が減少し、2010年以降の調査ではカラフトグワイやナガバエビモ、セキシウモなど、以前の調査で確認された10種の水生植物は確認されなかった。

また、達古武湖には日本最大のヒンジモ群落があった⁷⁾とされているが、2008 年以降の調査では全く確認されていない。ヒツジグサやフサモなどについても、現在生育個体数は非常に少なくなっている。

なお、2003 年には調査コドラート外でドブガイに付着したマリモが確認されている。

表 1 達古武湖に出現する水生植物の変化^{4,6,8,9,10)}

科	種	確 認 年								生育形 ^{注3)}	希少性等 ^{注4)}	
		1975/ 1976	1991	2000/ 2003	2004	2008	2009	2010	2011		環境省RL	北海道RDB
ウキゴケ	イチョウウキゴケ						○			—	NT	
アオミソウ	マリモ			○						—	CR+EN	
シャジクモ	カタシャジクモ	○	○							—	CR+EN	
	シャジクモ属の一種					○				—	(CR+EN)	
	フラスコモ属の一種								○	—	(CR+EN)	
スイレン	ネムロコウホネ	○	○	○	○	○	○	○	○	浮葉	VU	Vu
	ヒツジグサ	○	○	○	○	○	○	○	○	浮葉		
	エゾベニヒツジグサ ^{注1)}					(○)	(○)	(○)	(○)	浮葉	VU	R
マツモ	マツモ	○	○	○	○	○	○	○	○	沈水性の浮遊		R
ミゾハコベ	ミゾハコベ	○	○							沈水～湿性		
ヒシ	ヒシ	○	○	○	○	○	○	○	○	浮葉		
アリノトウグサ	ホザキノフサモ	○	○	○	○	○	○	○	○	沈水		
	フサモ	○	○	○		○	○	○	○	沈水		
タヌキモ	タヌキモ	○	○	○	○	○	○	○	○	浮遊	NT	R
	ヒメタヌキモ					○	○	○		浮遊	NT	Vu
	カラフトグワイ	○	○	○	○					浮葉	CR	R
トチカガミ	クロモ	○	○	○	○	○	○	○	○	沈水		
	セキショウモ	○	○	○						沈水		
ヒルムシロ	エゾヤナギモ	○	○	○	○	○	○	○	○	沈水		
	センニンモ	○	○	○	○	○	○	○	○	沈水		
	オヒルムシロ	○	○	○		○	○	○	○	浮葉		
	ホソバミズヒキモ	○	○	○	○	○	○	○	○	浮葉または沈水		
	ヒロハノエビモ	○	○	○	○	○				沈水		
	ナガバエビモ	○	○	○						沈水	CR	
イバラモ	イバラモ	○	○	○						沈水		
	イトイバラモ	○	○							沈水	VU	R
ウキクサ	キタグニコウキクサ ^{注2)}	○	○	○	○	○	○	○		浮遊		
	ヒンジモ	○	○	○	○					沈水性の浮遊	VU	En
	ウキクサ	○	○	○	○	○	○	○	○	浮遊		
ミクリ	エゾミクリ	○	○	○	○	○	○	○	○	抽水/浮葉/沈水		R
	シダ植物以上の高等植物	23	23	21	16	17	17	16	14			
	シダ植物以上の高等植物	24	24	22	16	18	18	16	14			

注) 1. ヒツジグサの変種。2004 年以前の調査ではヒツジグサと区別されていないため、ヒツジグサと併せて 1 種として扱った。

2. 元文献では「ムラサキコウキクサ」で記載。キタグニコウキクサは新称。

3. 生育形は以下の文献を参考とした。

- ・「日本水草図鑑」(1994)角野康郎、文一総合出版
- ・「川の生物図典」(1996)(財)リバーフロント整備センター編、山海堂

4. 希少性は以下の通りである。

*シャジクモ属、フラスコモ属は多くの種が CR+EN にランクされているため、() 付きで示した。

環境省 RL: 「第 4 次レッドリストの公表について (環境省 2012)」²⁾

北海道 RDB: 「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001 (北海道 2001)」¹¹⁾

環境省 RL のカテゴリー		北海道 RDB のカテゴリー	
CR	絶滅危惧 IA 類	Cr	絶滅危機種
EN	絶滅危惧 IB 類	En	絶滅危惧種
VU	絶滅危惧 II 類	Vu	絶滅危急種
NT	準絶滅危惧	R	希少種
DD	情報不足	Lp	地域個体群
Lp	絶滅のおそれのある地域個体群	N	留意種

2) 水生植物の生育環境の変遷と現状

一方、達古武湖の水質については、古くから継続的な調査が実施されており、1960年～1990年当時は透明度が高く栄養塩類の少ない状態であったと記録されている¹²⁾。

達古武湖では、流域内の土地利用形態の変化などの外的要因によって、上述のような良好な水生植物の生育環境が失われつつあり、1990年代から2011年までに至る20年弱の期間で、「透明度が高い状態から低い状態への遷移（第1の遷移）」と「透明度が低い状態から高い状態への遷移（第2の遷移）」が生じている。

(i) 透明度が高い状態から低い状態への遷移（第1の遷移）

i) 湖内の富栄養化とアオコの発生

達古武湖流域への入植以来、湖内には自然由来に加え、人間活動によって生じた栄養塩類が断続的に流入してきた。これによる水環境への影響は、長年にわたって湖自身の自浄能力などによって緩衝されてきたと考えられ、1990年代までは湖水の栄養塩類の濃度は低く維持されていた。しかし、2000年夏季にはアナベナを優占種とする藍藻類の増殖（アオコ）が確認されるようになり、2004年8月にかけて湖内のT-N（全窒素）やT-P（全リン）、植物プランクトン総量の指標となるChl-a（クロロフィル-a）が急激に上昇した^{10,13,14)}（図6）。これは、達古武湖の湖水の富栄養化が進行したことを表している。これに対応して、湖内の透明度は著しく低下し、湖内の大部分で光が湖底まで到達しない状況になった。

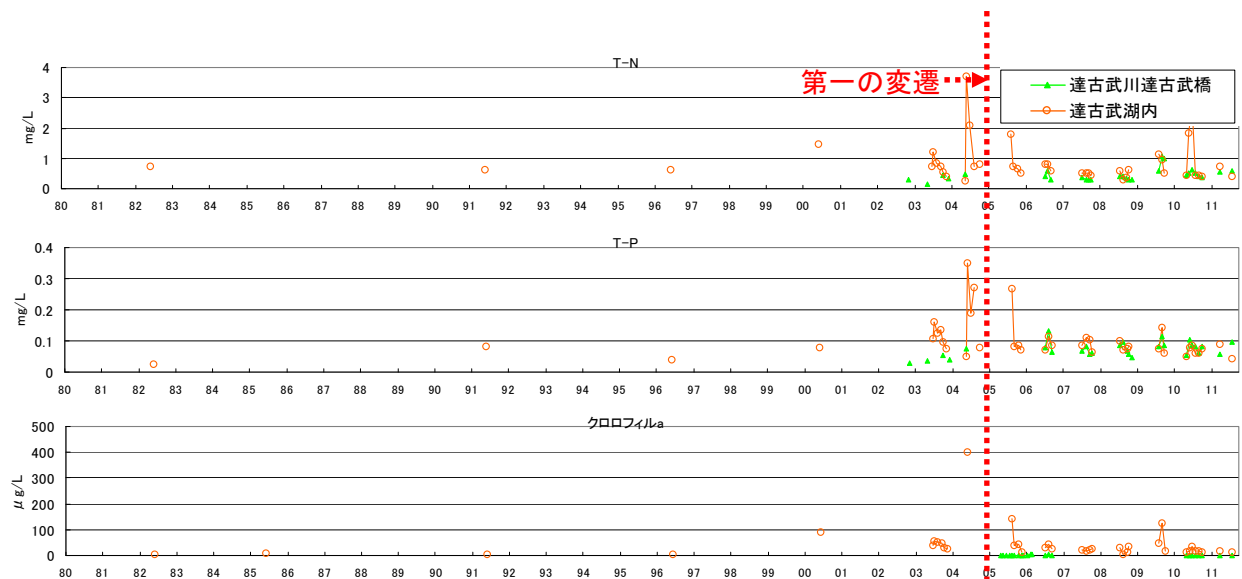


図6 湖心部付近における水質(T-N、T-P、Chl-a)の変遷¹⁰⁾

また、富栄養化の進行とほぼ同時期に水生植物の変化がみられ、広い範囲で成立していた沈水植物群落の種組成が変化し、現存量が減少した結果、2004 年には湖南部以外ではほとんど見られなくなった^{4,7)} (図 7)。これは、上述したアオコの発生によって透明度が低下し、沈水植物の生育に必要な光が十分に得られなくなったことによると考えられる。



図 7 2004 年当時の水生植物分布⁶⁾

ii) 第1の遷移のメカニズム

達古武湖では富栄養化によってアオコが発生し、これが透明度を低下させる直接的な要因となっていると考えられる。また、透明度の低下により沈水植物が激減したため、風波による底泥の巻き上げが生じやすくなり、透明度がさらに低下するという悪循環が生まれたと推測される。

また、達古武湖には特定外来生物のウチダザリガニの生息が確認されており¹⁵⁾、沈水植物の消失にはウチダザリガニによる被食の影響も考えられる。

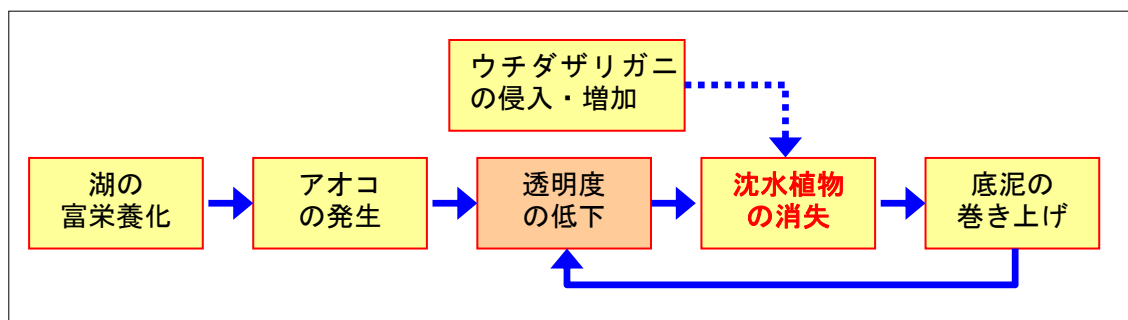


図 8 第1の遷移のメカニズム

(ii) 透明度が低い状態から高い状態への遷移（第2の遷移）

i) ヒシの分布域拡大と透明度の上昇

透明度の低い状態は 2000 年から 2005 年までの 6 年間継続していたが、2006 年以降にはアオコの発生はほとんど見られなくなり、湖水の透明度が再び上昇した。これに対応して湖内の T-N や T-P、Chl-a も、2010 年を除いて低いレベルで維持された。

一方、この頃からヒシの分布が急激に拡大し始めており、2011 年にはヒシの分布域が湖面全面のほとんどを占めるようになった。ヒシ以外の浮葉植物や沈水植物については、沿岸部と南部の限られた範囲でヒシと混生してわずかに見られる程度である。

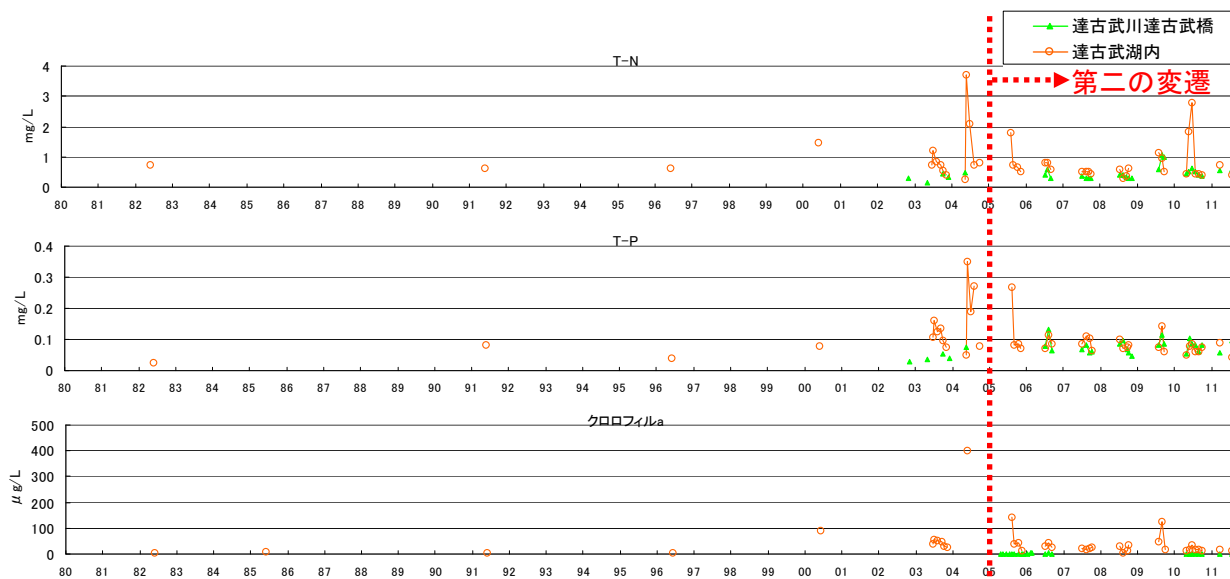
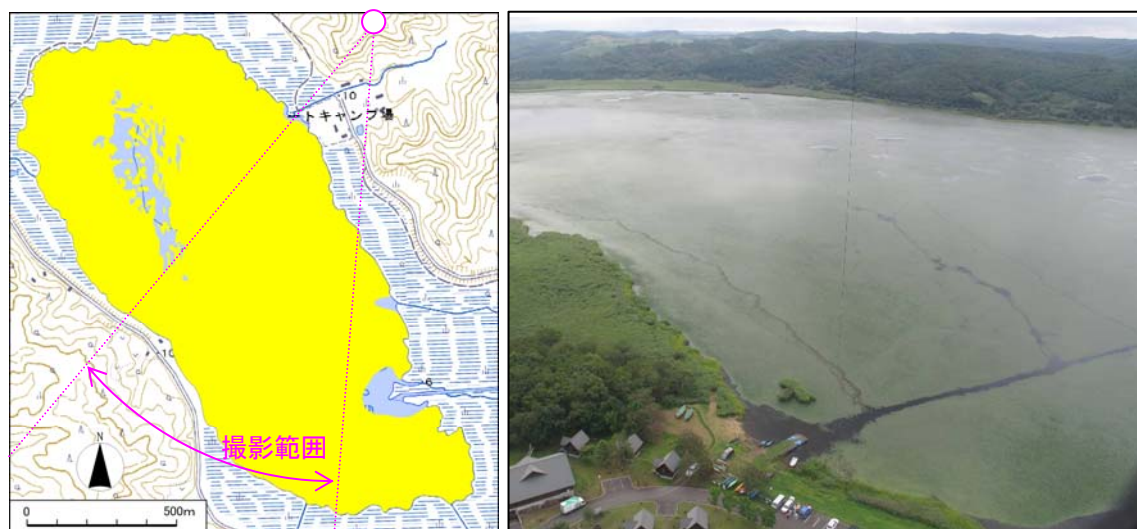


図 9 湖心部付近における水質(T-N、T-P、Chl-a)の変遷¹⁰⁾



- ※ 左図は 2011 年 8 月にヒシのロゼット葉が水面に出ているのを確認できた範囲（黄色）を示す
- ※ 右図は 2011 年 8 月 30 日に達古武湖水面を撮影した写真。緑色に見えるものがヒシのロゼット葉である

図 10 2011 年のヒシの分布状況

ii) 第 2 の遷移のメカニズム

図 9 に見られるように、アオコの発生がほとんど見られなくなった 2006 年以降には湖水の栄養塩類の濃度がアオコ発生以前程度にまで減少している。しかし、ここ数年の流入河川等における水質調査結果によると、湖内への栄養塩類の流入量はアオコの発生した 2000 年前後から減少しておらず、湖水の透明度の上昇や栄養塩類濃度の低下には栄養塩類の収支以外の要因が大きく関わっていると考えられる。達古武湖においてはアオコが発生しなくなった 2006 年以降にヒシの分布域の拡大が顕在化したことを考えると、ヒシの分布域の拡大が湖水の透明度上昇や栄養塩類濃度の低下の一因になっている可能性が高い。

海外事例によると、達古武湖と同様に富栄養状態にあった浅水湖で湖水の透明度が上昇したケースがあり、これには大型の水生植物（シyajikモ類等の大型藻類を含む）の生育状況との関係性が指摘¹⁶⁾ されている。

以上から、湖水の透明度の上昇（第 2 の遷移）にはヒシの分布域の拡大が関与していると推測される。これを踏まえ、第 2 の遷移が生じたメカニズムを以下に整理した（図 11）。

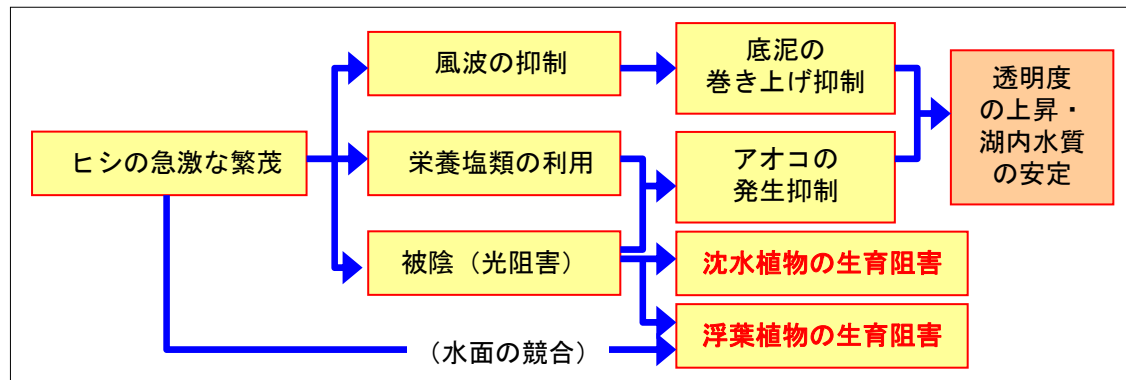


図 11 第 2 の遷移のメカニズム

(iii) 水生植物の生育環境の現状

現在、達古武湖では年間を通して湖内の透明度の高い安定状態が維持されている。しかし、アオコの発生により低下した水生植物の多様性は依然として低い状態で推移しており、一部の種は全く観察されなくなっている。

一方、湖内の栄養塩類濃度は低下している（図 9）が、動植物やプランクトンなどに利用されているものを含む栄養塩類の絶対量は依然として多く、富栄養状態を保ったまま栄養塩類の利用者が入れ換わったものと考えられる。このため、春季の水温や水位などの条件によって水生植物の発芽・生育状況が悪化すれば、アオコが再発生する可能性も否定できない。

以上から、達古武湖では近年湖水の透明度は向上したものの、生物多様性の低下や富栄養が解決した訳では無く、水環境は改善していないと考えられる。

表 2 達古武湖の水生植物の生育状況と水環境の変遷

項 目	1990 年代以前	第 一 の 遷 移	2000 年前後 から 2005 年	第 二 の 遷 移	2006 年以降
湖内の透明度	高い		低い		高い
水生植物の多様性	高い		低い		低い
水生植物の量	多い		少ない		多い
栄養塩類の 主な利用者	水生植物 (沈水植物中心)		植物プランクトン (特に藍藻類)		水生植物 (ヒシ中心)

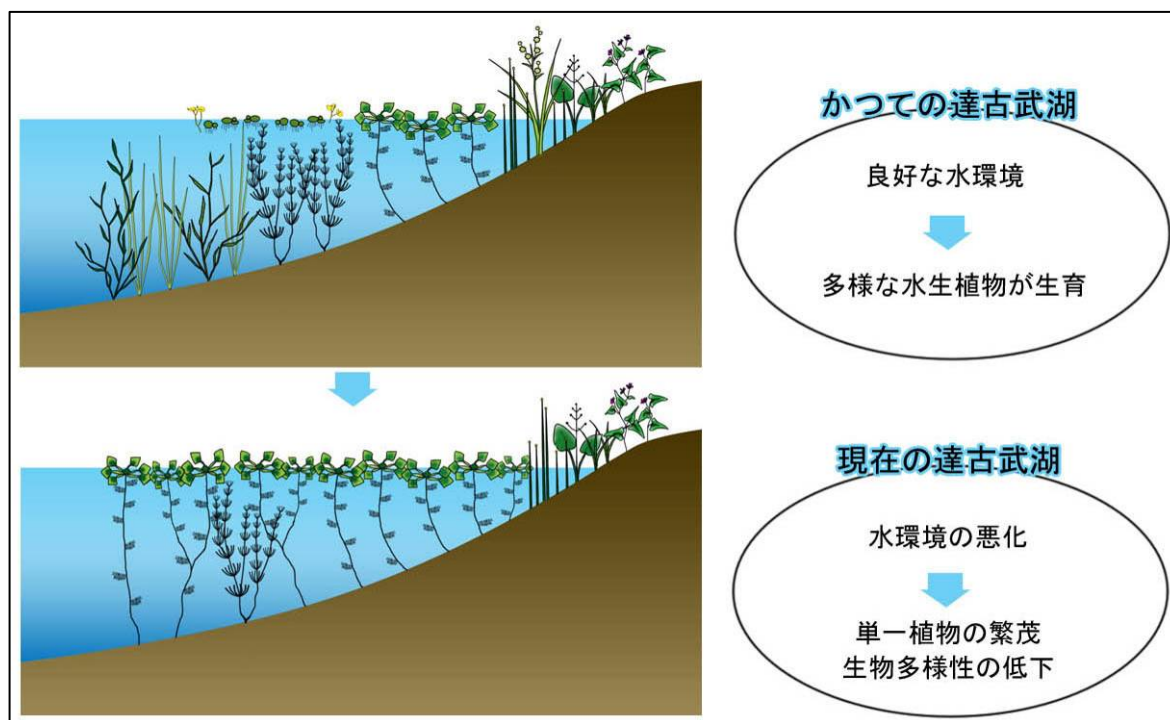


図 12 水生植物の生育状況の変遷

i) 達古武湖の水質

達古武湖の水質は、2006 年から 2011 年までは、COD（化学的酸素要求量）で 5mg/L ～17mg/L 程度、T-N で 0.2mg/L～3mg/L 程度、T-P で 0.03～0.3mg/L 程度で推移している（図 14）。

OECD の栄養レベルによる調和型湖沼の分類基準では、T-P が $35 \sim 100 \text{mg/m}^3$ ($0.035 \sim 0.1 \text{mg/L}$) の範囲にある場合、富栄養湖であるとされており、達古武湖はこれに該当する。また、Chl-a による分類基準では、平均 $8 \sim 25 \text{mg/m}^3$ ($8 \sim 25 \mu\text{g/L}$)、最高値が $25 \sim 75 \text{mg/m}^3$ ($25 \sim 75 \mu\text{g/L}$) の範囲にある場合は富栄養湖、これを超える場合には過栄養湖であるとされている。

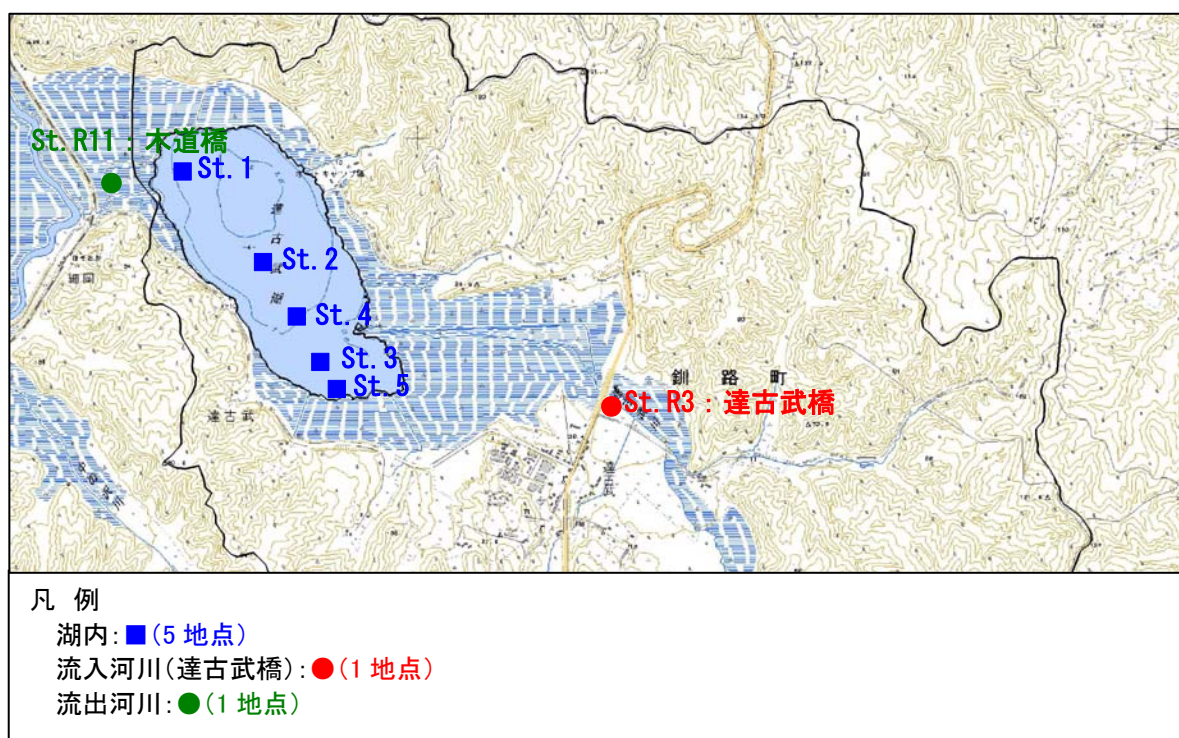


図 13 達古武湖における水底質調査地点図

【参考】

- 達古武湖は、環境基準の類型が未指定である
- 生活環境の保全に関する環境基準（湖沼）のうち、B 類型の化学的酸素要求量（COD）の環境基準は 5mg/L 以下である
- 生活環境の保全に関する環境基準（湖沼）のうち、IV 類型の全窒素の環境基準は 0.6mg/L 以下、全リンの環境基準は 0.05mg/L 以下である

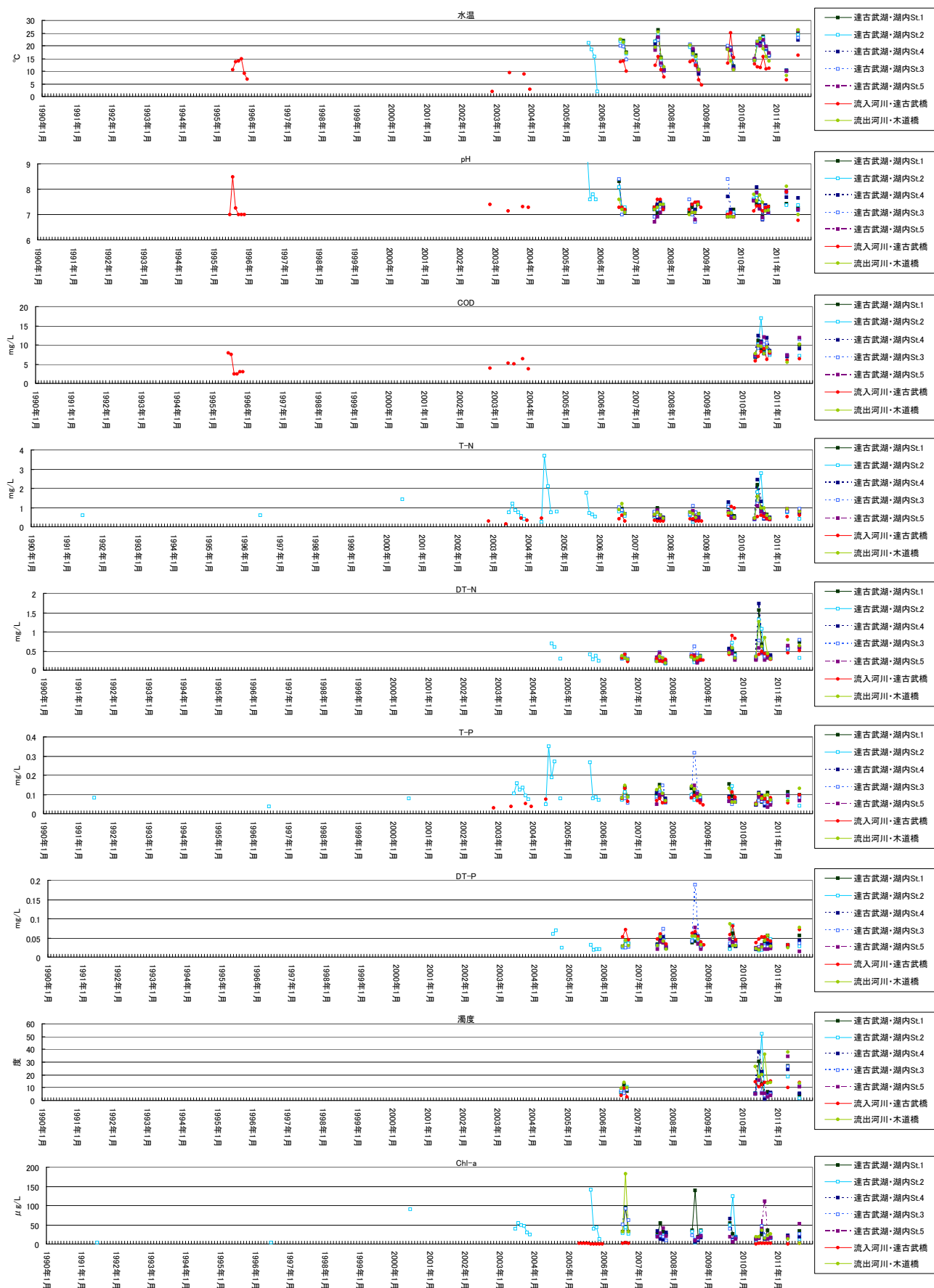


図 14 達古武湖における水質の現状¹⁰⁾

ii) 達古武湖の底質

2010 年の調査では、底質のうち粒度組成は湖内 5 地点ではほぼ同じであり、いずれの地点もシルト分が 66%程度、粘土分が 33%を占めるという、細かい粒子によって構成されている。

底質の他の項目について、COD 及び強熱減量は St.5 と St.3 が高い傾向が見られたが、T-N は St.5 が最も低く、T-P では St.2 と St.4 が高いなど、項目間でのばらつきがあり、特定の地点で栄養塩類や有機物が高濃度に蓄積されていることを示唆する結果は認められなかった（図 15）。

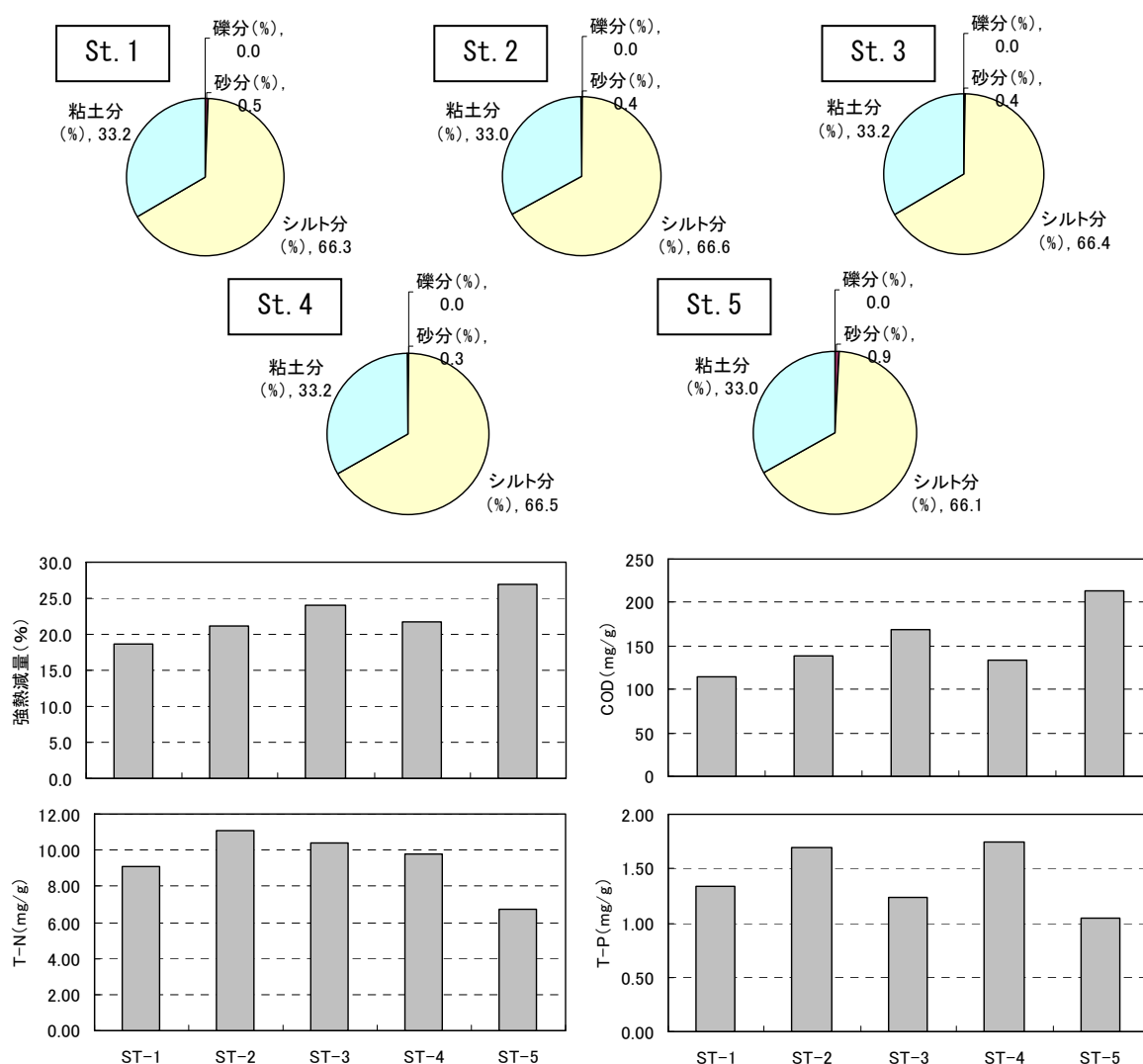


図 15 達古武湖における底質の現状⁹⁾

また、底泥へのリター（植物の枯死体）の堆積に関して、2010 年 10 月の柱状採泥では、ヒシの実、水中根等が原形のまま確認されたものの、同年 7、8 月の柱状採泥では、湖内のいずれの地点でもヒシの葉や水中根など原形をとどめている植物片はほとんど見られなかった（図 16）ことから、水生植物の多くが発芽し、生長する春先にはヒシのリターの多くは分解されるか、達古武湖から流出するものと考えられた。

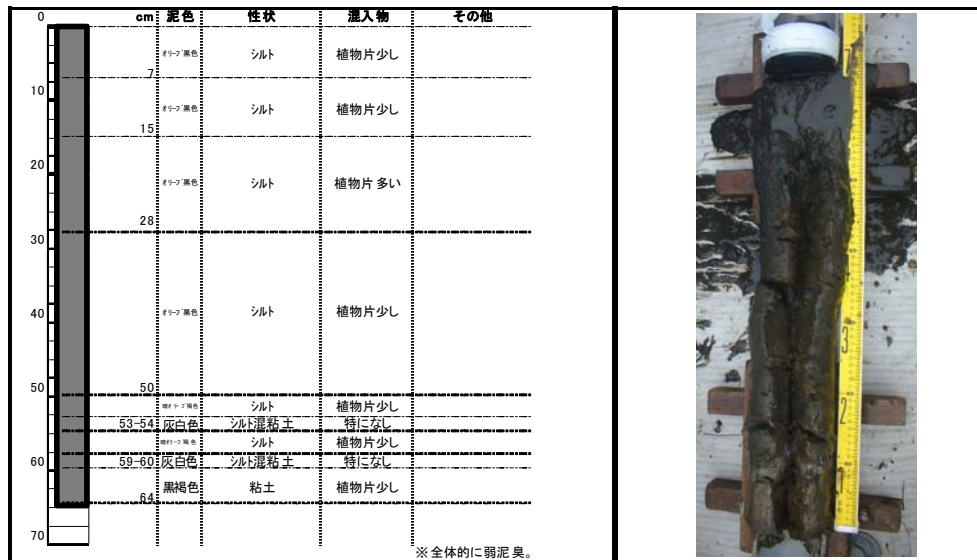


図 16 湖中央部(水深 1.7m)における柱状採泥結果(2010 年 7 月 22 日)⁹⁾

iii) 達古武湖における土砂等の堆積

達古武湖における土砂の堆積について、2004 年に実施した ^{137}Cs を用いた調査から、達古武湖における約 300 年間の堆積量を推定すると¹⁷⁾、1694 年～1739 年、1739 年～1898 年、1898 年～1963 年および 1963 年～2004 年の堆積量は表 3 のとおりとなり、多くの地点で 1963 年以後に最も土砂流入が多く、降雨・融雪出水や土地利用開発による土砂流出の影響が示唆された。

達古武湖沖合 (St.1～3) で 2003 年に実施した堆積物の柱状採泥調査¹⁸⁾から、堆積物の C 含有量は 2.9～14.4%、N 含有量は 0.3～1.4%であり、ヨシ等の抽水植物に由来する有機物の影響で比較的高い値を示していた。また、推定年代 1980 年代頃から C/N 比が変化し、植物プランクトン由来の有機物の影響がわずかに大きくなっていた。(図 17)。

表 3 達古武湖の土砂堆積量の変遷¹⁷⁾

Core point	Average sedimentation rate (g/cm ² /year)			
	1694-1739	1739-1898	1898-1963	1963-2004
Point L1	0.018	0.015	0.071	0.077
Point L2	0.015	0.012	0.033	0.045
Point L3	0.020	0.004	0.029	0.066
Point L4	0.008	0.010	0.027	0.058
Point L5	0.016	0.011	0.038	0.042
Point L6	0.007	0.010	0.046	0.050
Point L7	0.006	0.007	0.062	0.038
Point C1	0.009	0.010	0.045	0.073
Point C2	0.011	0.016	0.058	0.060
Point C3	0.018	0.022	0.055	0.019
Point S1	0.014	0.018	0.012	0.061
Point S2	0.019	0.013	0.097	0.031
Point S3	0.025	0.017	0.253	0.058
Point T	0.028	0.017	0.144	0.644
Point O	0.038	0.034	0.190	0.158

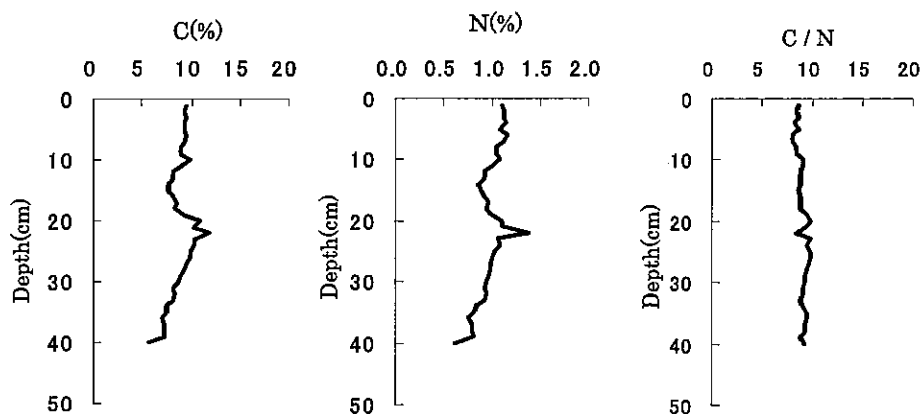
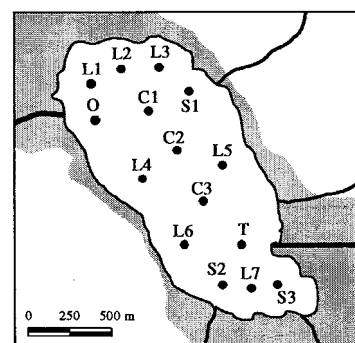


図 17 達古武湖の湖心部 (St.2) における炭素、窒素、C/N 比の鉛直分布¹⁸⁾

2009 年に実施した深浅測量結果では、達古武湖の北側に最深部があり、その水深は約 2.5m であった。なお、1992 年の湖沼図で示された最深部の水深は 1.8m であるが、水位が異なっている可能性があり、比較は困難である。また、達古武川の河口部とオートキャンプ場付近の河川河口部では、他の地点に比べて水深が浅く、土砂が堆積している。

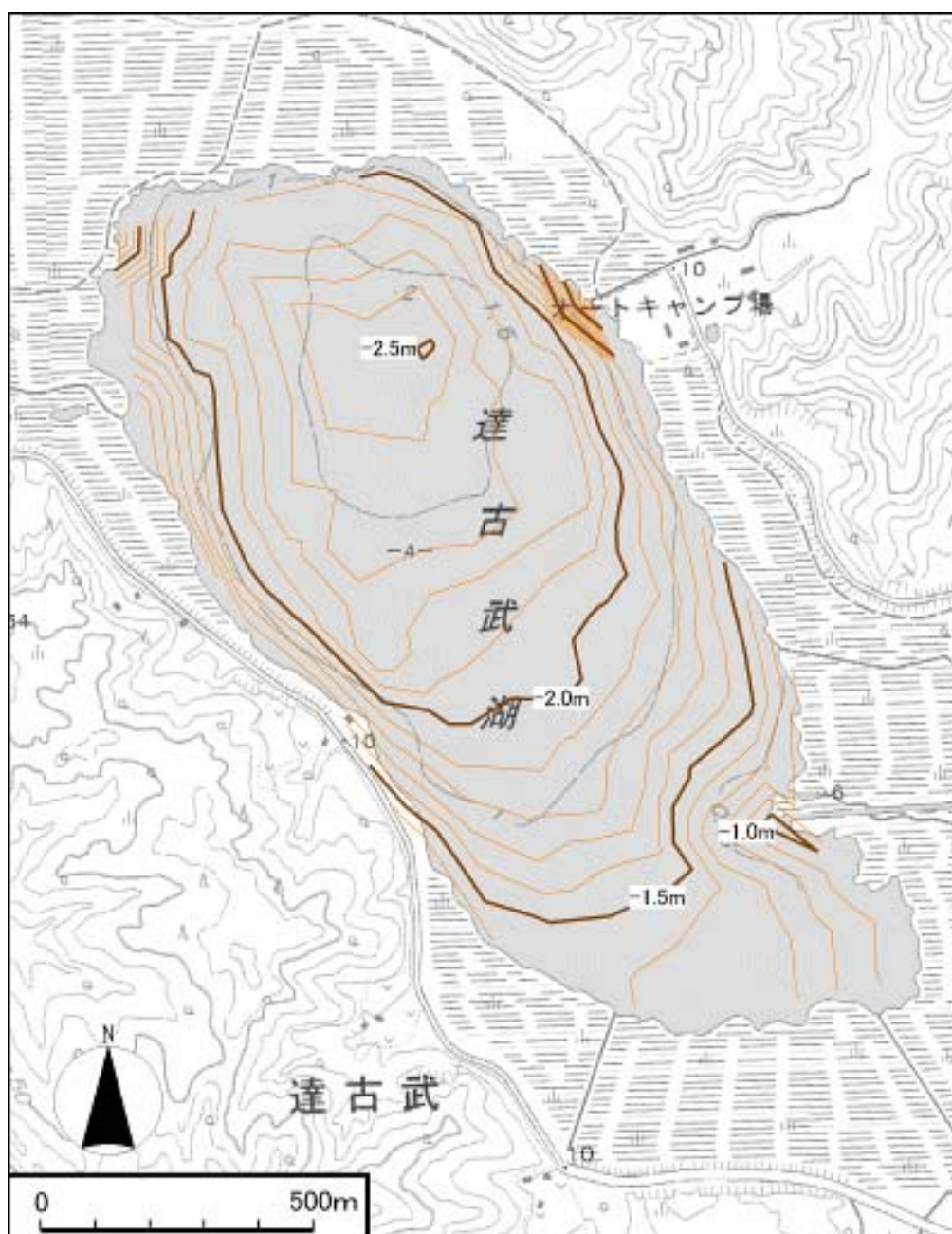


図 18 湖内深浅測量結果⁸⁾

(2) 達古武湖及び対象地域の動物

1) 哺乳類

2004 年度～2008 年度の現地調査では、14 種の哺乳類が確認されている。小型種が多く、中型種はエゾユキウサギ、キタキツネ、エゾタヌキ、エゾクロテンの 4 種、大型種はエゾシカのみだった。

その他、低地～山地に一般的で樹洞営巣性のエゾモモンガや、ウサギコウモリ以外にも他のコウモリ類などが生息している可能性がある。

表 4 達古武湖及び対象地域の哺乳類¹⁹⁾

科	種	環境省 RL 注 1	北海道 RDB 注 2	文化財 保護法 注 3	種の 保存法 注 4	外来種 注 5
トガリネズミ科	トガリネズミの一種					
ヒナコウモリ科	ウサギコウモリ					
ウサギ科	エゾユキウサギ					
リス科	エゾリス					
リス科	エゾシマリス	DD				
ネズミ科	アカネズミ					
ネズミ科	ヒメネズミ					
ネズミ科	エゾヤチネズミ					
イヌ科	キタキツネ					
イヌ科	エゾタヌキ					
イタチ科	アメリカミンク					◇
イタチ科	エゾクロテン	NT				
イタチ科	イイズナ					
シカ科	エゾシカ					

注 1 環境省 RL：「第 4 次レッドリストの公表について（環境省 2012）」²⁾

2 北海道 RDB：「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001（北海道 2001）」¹¹⁾

3 「文化財保護法」（1950 年 5 月 30 日法律第 214 号） 天然記念物を○で、特別天然記念物を◎で示す

4 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」（1992 年 6 月 5 日法律第 75 号）

5 外来種は国内外来種を含む

環境省 RL のカテゴリー		北海道 RDB のカテゴリー	
CR	絶滅危惧 IA 類	Cr	絶滅危機種
EN	絶滅危惧 IB 類	En	絶滅危惧種
VU	絶滅危惧 II 類	Vu	絶滅危急種
NT	準絶滅危惧	R	希少種
DD	情報不足	Lp	地域個体群
Lp	絶滅のおそれのある地域個体群	N	留意種

2) 鳥類

2004年度～2008年度の現地調査では、鳥類は、達古武湖で確認された水鳥や流域の丘陵地等で確認されたものを合わせて、96種が確認されている。このうち夏鳥・留鳥は合わせて44種である。その中で特に繁殖密度が高いのはセンダイムシクイ、エゾムシクイ、アオジ、コルリ等である。また、これらに托卵することが知られているツツドリの声もよく聞かれる。

達古武湖では、夏季はマガモやアオサギなどの水鳥が見られる。また、秋季や春季には渡りの中継地点として利用されているため、カワアイサ、ヒドリガモ、キンクロハジロなどのカモ類、オオハクチョウ、ヒシクイなどが見られる。希少種では、天然記念物であるオジロワシ、タンチョウの繁殖が知られているほか、クマゲラ、オオワシ、チュウヒ、ミサゴ、オオタカなどが確認されている。

表 5(1) 達古武湖及び対象地域の鳥類¹⁹⁾

科	種	環境省 RL ^{注1}	北海道 RDB ^{注2}	文化財 保護法 ^{注3}	種の 保存法 ^{注4}
カイツブリ科	カイツブリ				
	ハジロカイツブリ				
	アカエリカイツブリ				
ウミツバメ科	コシジロウミツバメ				
ウ科	カワウ				
サギ科	ダイサギ				
	アオサギ				
カモ科	ヒシクイ	VU	R	○	
	オオハクチョウ				
	マガモ				
	カルガモ				
	コガモ				
	トモエガモ	VU	R		
	ヨシガモ				
	オカヨシガモ				
	ヒドリガモ				
	アメリカヒドリ				
	オナガガモ				
	ハシビロガモ				
	ホシハジロ				
	キンクロハジロ				
	スズガモ				
	クロガモ				
	ビロードキンクロ				
	シノリガモ		R		
	ホオジロガモ				
	ミコアイサ		Vu		
	カワアイサ				

表 5(2) 達古武湖及び対象地域の鳥類¹⁹⁾

科	種	環境省 RL ^{注1}	北海道 RDB ^{注2}	文化財 保護法 ^{注3}	種の 保存法 ^{注4}
タカ科	ミサゴ	NT	Vu		
	トビ				
	オジロワシ	VU	En	○	○
	オオワシ	VU	En	○	○
	オオタカ	NT	Vu		○
	ハイタカ	NT	R		
	ノスリ				
	チョウヒ	VU	Vu		
ハヤブサ科	ハヤブサ	VU	Vu		○
ライチョウ科	エゾライチョウ	DD	R		
ツル科	タンチョウ	VU	En	◎	○
クイナ科	オオバン				
シギ科	ヤマシギ				
	オオジシギ	NT			
カモメ科	ユリカモメ				
	オオセグロカモメ				
	ウミネコ				
	クロハラアジサシ				
	アジサシ				
ハト科	キジバト				
	アオバト				
カッコウ科	カッコウ				
	ツツドリ				
アマツバメ科	ハリオアマツバメ				
	アマツバメ				
カワセミ科	カワセミ				
キツツキ科	ヤマゲラ				
	クマゲラ	VU	Vu	○	
	アカゲラ				
	コゲラ				
ツバメ科	ショウドウツバメ				
セキレイ科	ビンズイ				
ヒヨドリ科	ヒヨドリ				
モズ科	モズ				
ミソサザイ科	ミソサザイ				
ツグミ科	コマドリ				
	コルリ				
	ノビタキ				
	トラツグミ				
	アカハラ				
ウグイス科	ヤブサメ				
	ウグイス				
	エゾセンニュウ				
	シマセンニュウ				
	コメボソムシクイ				
	エゾムシクイ				
	センダイムシクイ				
ヒタキ科	キビタキ				
	オオルリ				
	サメビタキ				
	コサメビタキ				

表 5(3) 達古武湖及び対象地域の鳥類¹⁹⁾

科	種	環境省 RL ^{注1}	北海道 RDB ^{注2}	文化財 保護法 ^{注3}	種の 保存法 ^{注4}
エナガ科	エナガ				
シジュウカラ科	ハシブトガラ				
	ヒガラ				
	シジュウカラ				
ゴジュウカラ科	ゴジュウカラ				
キバシリ科	キバシリ				
メジロ科	メジロ				
ホオジロ科	アオジ				
アトリ科	カワラヒワ				
	ウソ				
	イカル				
	シメ				
ハタオリドリ科	ニュウナイスズメ				
	スズメ				
カラス科	カケス				
	ハシボソガラス				
	ハシブトガラス				

注1 環境省 RL:「第4次レッドリストの公表について(環境省 2012)」²⁾

2 北海道 RDB:「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001(北海道 2001)」¹¹⁾

3 「文化財保護法」(1950年5月30日法律第214号) 天然記念物を○で、特別天然記念物を◎で示す

4 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(1992年6月5日法律第75号)

環境省 RL のカテゴリー		北海道 RDB のカテゴリー	
CR	絶滅危惧 IA 類	Cr	絶滅危機種
EN	絶滅危惧 IB 類	En	絶滅危惧種
VU	絶滅危惧 II 類	Vu	絶滅危急種
NT	準絶滅危惧	R	希少種
DD	情報不足	Lp	地域個体群
Lp	絶滅のおそれのある地域個体群	N	留意種

3) 魚類

達古武湖とその流入・流出河川で 2003 年に実施した現地調査では、魚類は 29 種が確認された^{19,20)} (表 6)。コイ科が 7 種と最も多く、サケ科とハゼ科がそれぞれ 4 種、ドジョウ科とトゲウオ科がそれぞれ 3 種などとなっている。ニホンウナギ、コイ、ゲンゴロウブナ、ドジョウは外来種（国内由来）であり、ワカサギも他地域から漁業目的で持ち込まれたとの情報もある。湖の流入部の流れが緩やかな場所では、エゾトミヨやエゾホトケドジョウ、スナヤツメなどの希少種が見られる。

表 6 達古武湖及び周辺の河川で確認された魚類^{19,20)}

科	種	環境省 RL ^{注1}	北海道 RDB ^{注2}	文化財 保護法 ^{注3}	種の 保存法 ^{注4}	外来種 ^{注5}
ヤツメウナギ科	スナヤツメ	VU				
	カワヤツメ	VU				
ウナギ科	ニホンウナギ	EN				◇
コイ科	コイ					◇
	ゲンゴロウブナ	EN				◇
	フナ					
	ヤチウグイ	NT				
	ウグイ					
	マルタ		N			
	エゾウグイ		N			
ドジョウ科	ドジョウ	DD				◇
	フクドジョウ					
	エゾホトケドジョウ	EN	En			
キュウリウオ科	ワカサギ					
	イシカリワカサギ	NT	R			
サケ科	イトウ	EN	Cr			
	アメマス					
	サケ					
	サクラマス（ヤマメ）	NT	N			
トゲウオ科	イトヨ（太平洋型）					
	イバラトミヨ（淡水型）					
	エゾトミヨ	VU	R			
カジカ科	ハナカジカ		N			
	エゾハナカジカ		N			
ハゼ科	ウギゴリ					
	ジュズカケハゼ ^{注6}	NT				
	トウヨシノボリ					
	ヌマチチブ					
カレイ科	ヌマガレイ					

注 1 環境省 RL：「第 4 次レッドリストの公表について（汽水・淡水魚類）（環境省 2013）」²¹⁾

注 2 北海道 RDB：「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001（北海道 2001）」¹¹⁾

注 3 「文化財保護法」（1950 年 5 月 30 日法律第 214 号） 天然記念物を○で、特別天然記念物を◎で示す

注 4 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」（1992 年 6 月 5 日法律第 75 号）

注 5 外来種は国内外来種を含む

注 6 ジュズカケハゼの詳細については記載がないため、暫定的に“広域分布種”とした。

環境省 RL のカテゴリー		北海道 RDB のカテゴリー	
CR	絶滅危惧 IA 類	Cr	絶滅危機種
EN	絶滅危惧 IB 類	En	絶滅危惧種
VU	絶滅危惧 II 類	Vu	絶滅危急種
NT	準絶滅危惧	R	希少種
DD	情報不足	Lp	地域個体群
Lp	絶滅のおそれのある地域個体群	N	留意種

4) トンボ類

達古武湖で 2003 年に実施した現地調査では、17 種のトンボ類の成虫が確認された²⁾ (表 7)。達古武湖の南岸のような、ヨシ原が発達し、水草が豊富な場所でトンボ類の個体数、種数とも多く、逆に北岸のような、ヨシ原または水草が少ない場所では個体数、種数が少ない傾向があった。

表 7 達古武湖で確認されたトンボ類²⁾

科名	種名	環境省 RL 注 1	北海道 RDB 注 2	文化財 保護法注 3	種の 保存法注 4
イトトンボ科	クロイトトンボ				
	キタイトンボ				
	エゾイトトンボ				
	ルリイトトンボ				
	アカメイトンボ	CR	Vu		
	イトトンボ科 sp.				
アオイトトンボ科	オツネトンボ				
サナエトンボ科	コサナエ				
ヤンマ科	ヤンマ科 sp.				
エゾトンボ科	カラカネトンボ				
	オオトラフトンボ				
	キバネモリトンボ				
	エゾトンボ				
	エゾトンボ科 sp.				
トンボ科	ヨツボシトンボ				
	シオカラトンボ				
	キトンボ				
	マユタテアカネ				
	タイリクアカネ				
	トンボ科 sp.				

注 1 環境省 RL:「第 4 次レッドリストの公表について (環境省 2012)」²⁾

2 北海道 RDB:「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001 (北海道 2001)」¹⁾

3 「文化財保護法」(1950 年 5 月 30 日法律第 214 号) 天然記念物を○で、特別天然記念物を◎で示す

4 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(1992 年 6 月 5 日法律第 75 号)

環境省 RL のカテゴリー		北海道 RDB のカテゴリー	
CR	絶滅危惧 IA 類	Cr	絶滅危機種
EN	絶滅危惧 IB 類	En	絶滅危惧種
VU	絶滅危惧 II 類	Vu	絶滅危急種
NT	準絶滅危惧	R	希少種
DD	情報不足	Lp	地域個体群
Lp	絶滅のおそれのある地域個体群	N	留意種

5) 水生大型無脊椎動物

達古武湖で 2003 年、2004 年に実施した現地調査では、94 分類群の水生大型無脊椎動物が確認された²³⁾ (表 8)。ユスリカ科 34 分類群、貧毛綱 18 分類群等が確認され、全体として浅い富栄養な海跡湖の特徴を示していた。

また、水生大型無脊椎動物のうち甲殻類、貝類については、2006 年以降にも調査が実施されており、2003 年から 2007 年の調査を全て合わせると、4 種の甲殻類、15 種の貝類が確認された。甲殻類に関し、達古武湖及び周辺の河川においてスジエビ、ウチダザリガニ、ニホンザリガニ、モクズガニが確認され¹⁵⁾ており、ウチダザリガニは達古武湖の沖合を除く広範囲で確認されている特定外来生物で、水生植物等への悪影響が懸念されている。ただし、2010 年に実施した調査では確認されず⁹⁾、2010 年時点では個体数が減少している可能性がある。

表 8 達古武湖で確認された水生大型無脊椎動物²³⁾

分類			種類数等
線形動物門			1 分類群
軟体動物門			8 分類群
環形動物門	貧毛綱		18 分類群
	ヒル型綱	ヒル亜綱	4 分類群
節足動物門	クモ綱	ダニ目	2 分類群
		アミ目	1 種
	甲殻綱	ワラジムシ目	2 種
		ヨコエビ目	1 種
		エビ目	1 種
		カゲロウ目	1 分類群
	昆虫綱	トンボ目	7 種
		カメムシ目	5 分類群
		ヘビトンボ目	1 種
		トビケラ目	4 分類群
		コウチュウ目	2 分類群
		ハエ目	2 分類群
		ヌカカ科	2 分類群
		ユスリカ科	34 分類群

表 9 達古武湖及び対象地域で確認された甲殻類¹⁹⁾

科	種	環境省 RL ^{注1}	北海道 RDB ^{注2}	文化財 保護法 ^{注3}	種の 保存法 ^{注4}	外来種 ^{注5}
テナガエビ科	スジエビ					
ザリガニ科	ウチダザリガニ					◇
ザリガニ科	ニホンザリガニ	VU				
イワガニ科	モクズガニ					

注1 環境省 RL:「第4次レッドリストの公表について(環境省 2012)」²⁾

2 北海道 RDB:「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001(北海道 2001)」¹¹⁾

3 「文化財保護法」(1950年5月30日法律第214号) 天然記念物を○で、特別天然記念物を◎で示す

4 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(1992年6月5日法律第75号)

5 外来種は国内外来種を含む

環境省 RL のカテゴリー		北海道 RDB のカテゴリー	
CR	絶滅危惧 IA 類	Cr	絶滅危機種
EN	絶滅危惧 IB 類	En	絶滅危惧種
VU	絶滅危惧 II 類	Vu	絶滅危急種
NT	準絶滅危惧	R	希少種
DD	情報不足	Lp	地域個体群
Lp	絶滅のおそれのある地域個体群	N	留意種

表 10 達古武湖および対象地域で確認された貝類¹⁹⁾

科	種	環境省 RL ^{注1}	北海道 RDB ^{注2}	文化財 保護法 ^{注3}	種の 保存法 ^{注4}
タニシ科	マルタニシ	VU			
エゾマメタニシ科	エゾマメタニシ	NT			
ミズシタダミ科	ニホンミズシタダミ	VU			
ミズシタダミ科	ミズシタダミ	NT			
ミズシタダミ科	ミズシタダミ属 sp.				
モノアラガイ科	モノアラガイ	NT			
モノアラガイ科	イグチモノアラガイ	DD			
オカモノアラガイ科	オカモノアラガイ				
ヒラマキガイ科	ヒラマキミズマイマイ属 sp.				
ヒラマキガイ科	ヒラマキガイ科 spp.				
カワザンショウガイ科	カワザンショウガイ科 sp.				
ヌマツボ科	ヌマツボ属 sp.				
カワシンジュガイ科	カワシンジュガイ	VU			
イシガイ科	ドブガイ				
イシガイ科	イシガイ				
ドブシジミ科	マメシジミ属 sp.				
ドブシジミ科	ドブシジミ属 sp.				

注1 環境省 RL:「第4次レッドリストの公表について(環境省 2012)」²⁾

2 北海道 RDB:「北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001(北海道 2001)」¹¹⁾

3 「文化財保護法」(1950年5月30日法律第214号) 天然記念物を○で、特別天然記念物を◎で示す

4 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(1992年6月5日法律第75号)

環境省 RL のカテゴリー		北海道 RDB のカテゴリー	
CR	絶滅危惧 IA 類	Cr	絶滅危機種
EN	絶滅危惧 IB 類	En	絶滅危惧種
VU	絶滅危惧 II 類	Vu	絶滅危急種
NT	準絶滅危惧	R	希少種
DD	情報不足	Lp	地域個体群
Lp	絶滅のおそれのある地域個体群	N	留意種

6) 植物プランクトン

達古武湖で 2003 年に実施した現地調査では、植物プランクトンは解氷直後の 4 月下旬に単細胞性の黄金色藻の一種、6 月下旬～7 月上旬にかけてアオコを形成する藍藻 *Anabaena smithii*、8 月下旬に緑藻 *Pandorina morum*、9 月上旬に珪藻 *Cyclotella* spp. が順に優占するという季節変化がみられた²⁴⁾ (図 19)。水平分布については、達古武湖の南と北で出現種に明確な違いがみられ、北部では藍藻、南部では鞭毛を有する黄金色藻や緑藻が多く分布していた。

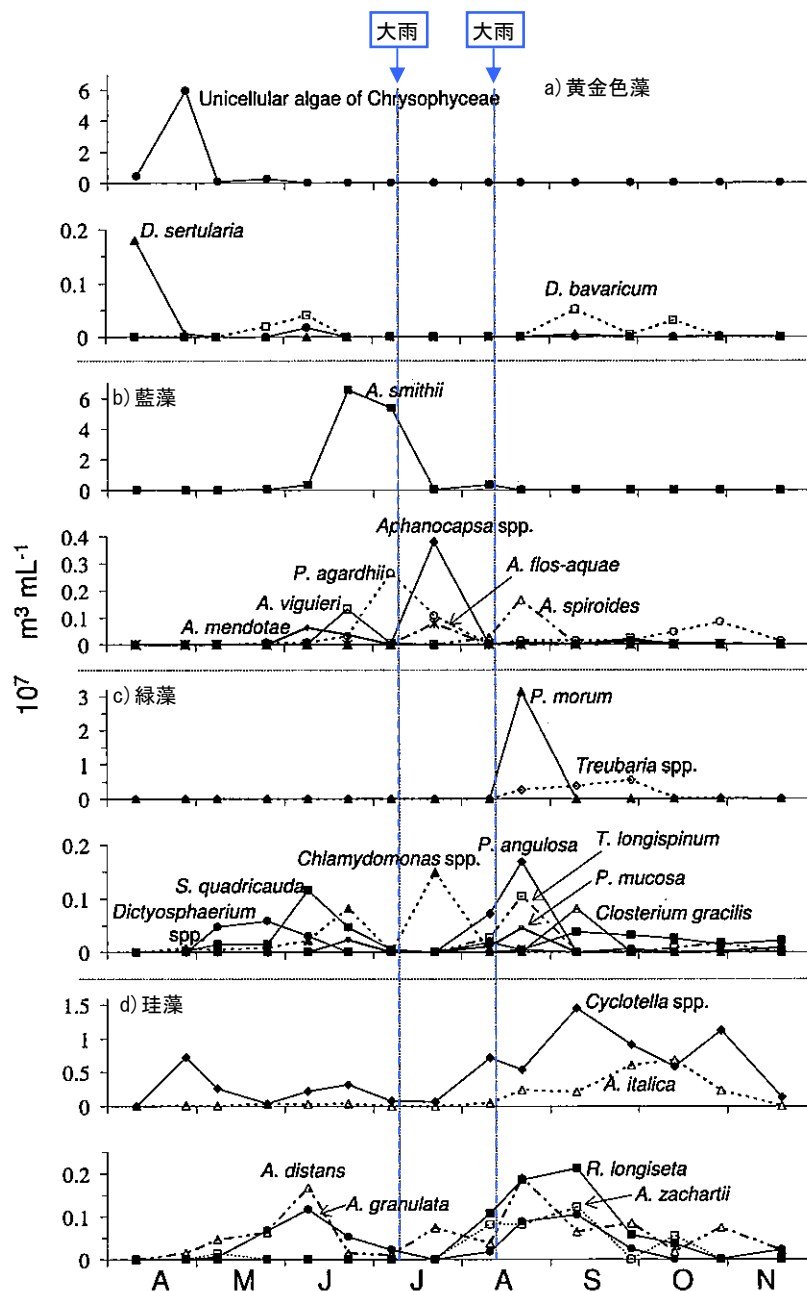


図 19 2003 年調査における植物プランクトンの主要な種別現存量の季節変化²⁴⁾

7) 動物プランクトン

達古武湖で 2003 年に実施した現地調査では、17 種類の動物プランクトンが確認された²⁵⁾ (表 11)。ワムシ類は 12 種出現し、全動物プランクトンのうち個体数で 98%、バイオマスで 66%を占めていた。カイアシ類や枝角類等の大型の甲殻類が少なく、ワムシ類が多いという組成は富栄養湖で典型的なものであり、ワカサギやイシカリワカサギ等のプランクトン食魚による大型甲殻類への捕食圧の高さを示唆している。

表 11 動物プランクトンの個体数とバイオマスの平均値²⁵⁾

	n*	Mean**	
		ind L ⁻¹	μm ³ L ⁻¹
Copepoda カイアシ類			
copepodid コペポデイド幼生	20	9.9 × 10 ⁰	9.9 × 10 ⁷
nauplius ノープリウス幼生	34	4.7 × 10 ¹	7.0 × 10 ⁷
Cladocera 枝角類			
<i>Alona rectangula</i> コシカクミジンコ	2	4.5 × 10 ⁻¹	4.6 × 10 ⁶
<i>Bosmina</i> sp. ゾウミジンコ属の一種	2	9.9 × 10 ⁻¹	4.0 × 10 ⁶
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> オナガミジンコ	5	1.7 × 10 ⁰	1.7 × 10 ⁷
Rotifer ワムシ類			
<i>Asplanchna priodonta</i> フクロワムシ	7	2.6 × 10 ¹	2.4 × 10 ⁷
<i>Brachionus quadridentatus</i> カドツボワムシ	6	3.2 × 10 ⁰	1.9 × 10 ⁶
<i>Euchlanis dilatata</i> ハオリワムシ	9	4.7 × 10 ⁰	2.8 × 10 ⁶
<i>Filinia longiseta</i> ナガミツウデワムシ	30	5.0 × 10 ²	1.7 × 10 ⁸
<i>Keratella cochlearis</i> カメノコウワムシ	34	8.1 × 10 ²	4.1 × 10 ⁷
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>tecta</i> カメノコウワムシ	27	8.9 × 10 ²	4.4 × 10 ⁷
<i>Lecane</i> sp. ツキガタワムシ属の一種	9	8.9 × 10 ⁰	4.4 × 10 ⁵
<i>Polyarthra vulgaris</i> ハネウデワムシ	36	1.0 × 10 ³	5.2 × 10 ⁷
<i>Pompholyx complanata</i> アワワムシ	11	1.7 × 10 ¹	8.4 × 10 ⁵
<i>Schizocerca diversicornis</i> ツノワムシ	6	1.3 × 10 ⁰	7.6 × 10 ⁵
<i>Synchaeta</i> sp. ドロワムシ属の一種	9	3.4 × 10 ⁰	3.4 × 10 ⁶
<i>Trichocerca</i> sp. ネズミワムシ属の一種	28	4.0 × 10 ²	4.0 × 10 ⁷

* in 37 samples.

** n.d. is treated as 0.

第5章 達古武湖自然再生事業実施計画

5.1. 達古武湖における再生の目的と背景

前記「4.2(1)1) 水生植物の変遷と現状」で示したとおり、かつて達古武湖には多様な水生植物が生育しており、カラフトグワイ（絶滅危惧ⅠA類）やナガバエビモ（絶滅危惧ⅠA類）、イトイバラモ（絶滅危惧Ⅱ類）などが確認されるなど、水生植物の宝庫とも呼べる状態であったが、2000年以降多くの種の生育状況が悪化しており、水生植物をはじめとする生物の多様性が損なわれている状況にある。

本計画は、釧路湿原自然再生全体構想に従い、達古武湖において過去、あるいは現在確認されている水生植物が持続的に生育できるよう、生育環境を保全・復元するために実施する達古武湖自然再生事業の具体的な計画を定めるものである。

5.2. 達古武湖における自然再生に関する課題

(1) ヒシによる生育阻害

1) ヒシ分布域の変遷

達古武湖における、最初の水生植物調査が実施された 1976 年頃のヒシは、湖内に小規模に群落点が点在する程度であった。その後の 1992 年の調査においても、ヒシの分布域は湖全面の 10%程度で、沈水植物が湖の多くを占めていた。しかし、2000 年頃から、東側の水域を中心にヒシ群落が目立つようになり、2004 年の調査時には、ヒシの現存量が達古武湖の水生植物全体の約 80%を占めるようになった。2007 年のヒシの分布域調査では、ヒシが湖全面の 55%を占め、2008 年以降はほぼ全面を覆う形となっている。その結果として、かつての達古武湖は水生植物の宝庫であり多様な植物が生育していたが、現在ではヒシ以外の水生植物は、生育が大きく阻害され、危機的な状況にある。

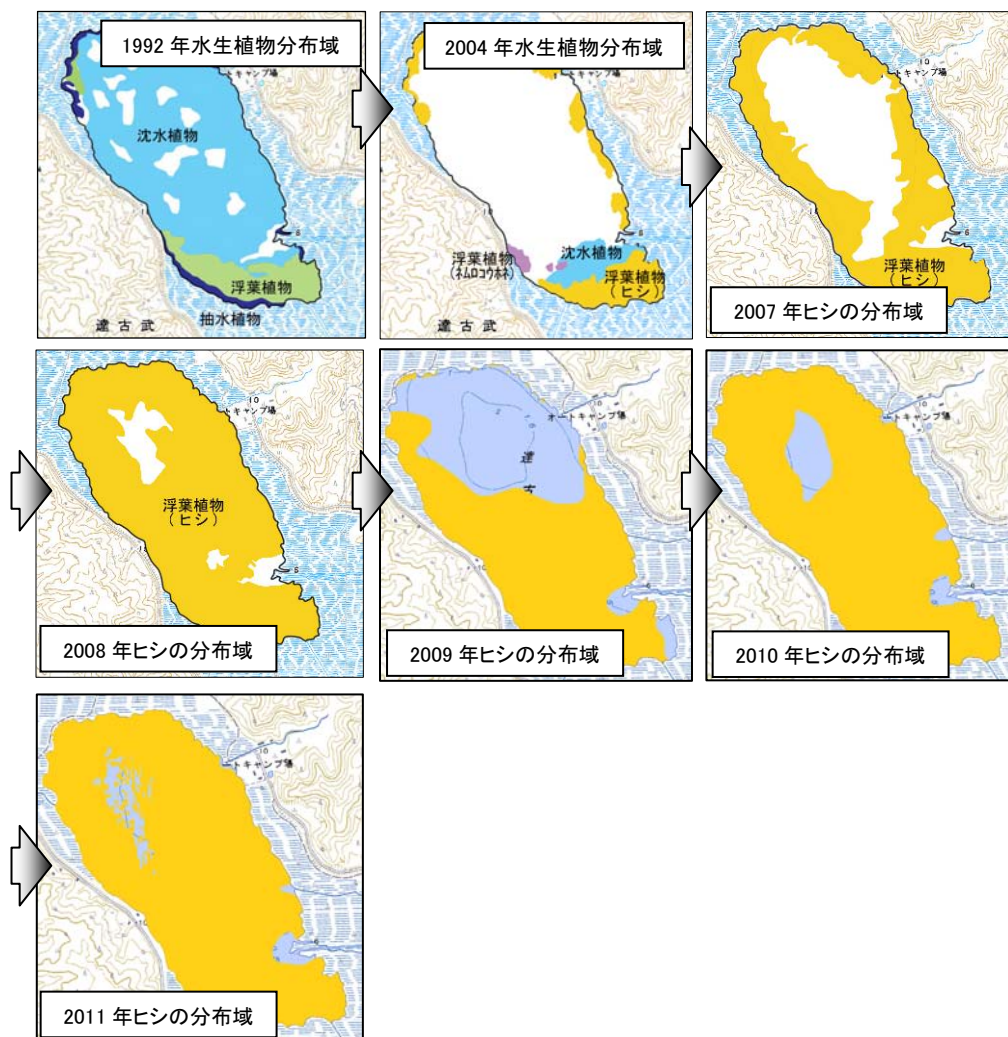


図 20 ヒシの分布状況とその変遷 ^{6,8,9,10)}

2) ヒシの分布拡大の原因

(i) ヒシの繁殖力と適応能力

ヒシは一年生の浮葉植物であり、8月頃から湖の水温が低下し枯死するまでの長期間に渡って開花・結実し続け、多量の種子を生産する²⁶⁾。この種子は、長い休眠性を持つことに加え、乾燥や低温、暗条件などに強く²⁷⁾、強い繁殖力を持つといえる。またヒシは、茎を長く伸張させて（通常 1m～最大 5m）水深の変化にも耐え、沈水植物に比べて富栄養化などに対する適応能力が高い。全国の富栄養化した湖沼、ため池でヒシの繁茂が確認されている²⁸⁾。

(ii) 沈水植物の衰退による生育場所の獲得

達古武湖では 2000 年前後から発生したアオコによって、透明度の高い貧栄養状態を好む沈水植物などが急速に衰退した。2009 年の深浅測量結果によれば、達古武湖は平均水深が 1.4m と浅く、かつて沈水植物に覆われていた湖心部でも水深 2.5m 程度であり、十分ヒシが生育できる環境といえる。沈水植物の衰退で生育場所を得たヒシは、上述のとおり高い繁殖力と適応能力により、分布域を湖の中心部まで拡大させたものと考えられる。

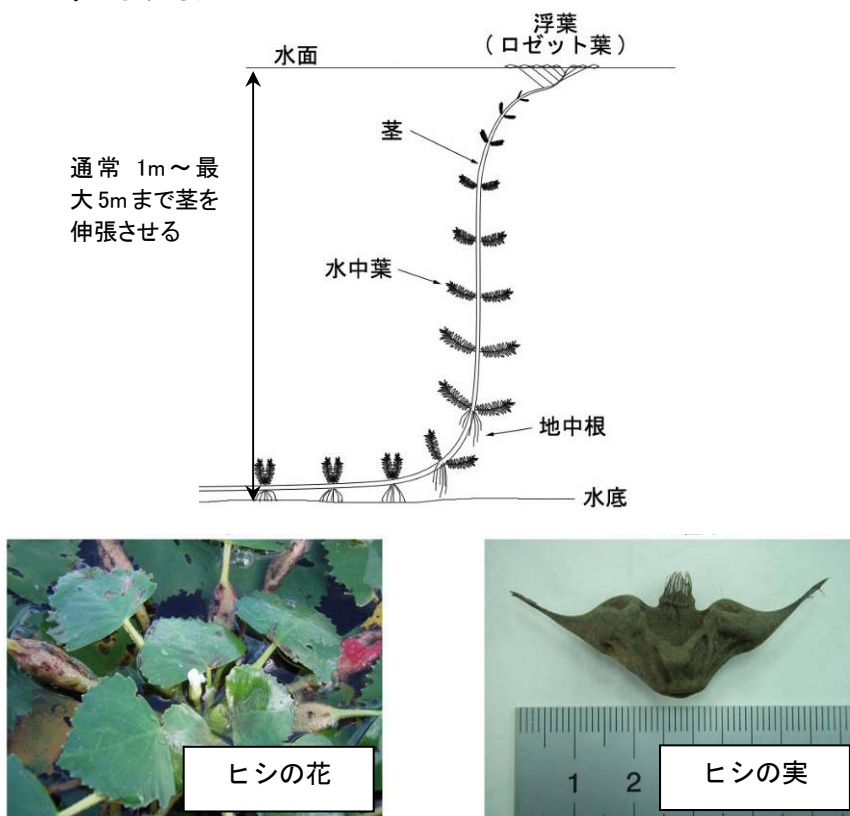


図 21 ヒシの形態

3) ヒシの分布拡大により生じた問題

ヒシが水面を 100% 近く覆った場合、日光の 95% が遮られ、ヒシの下に生育する植物に大きな影響を与えるとされており²⁹⁾、2010 年に実施した調査でも、特にヒシの繁茂している地点で、底泥直上における光量子は $1 \mu \text{mol/cm}^2/\text{s}$ 未満になりやすいことが確認された。

また、ヒシと他の水生植物の生育場をめぐる直接的な競合も生じている可能性がある。図 22 は、2010 年の調査結果をもとに、水生植物の生育状況と地盤高の関係を示したものである。ネムロコウホネは、2010 年にはヒシの少ない地盤高の範囲で生育していたが、かつて達古武湖ではより広い範囲でネムロコウホネが生育していたことから、現在はヒシとの競合により生育範囲を減らしているものと考えられる。

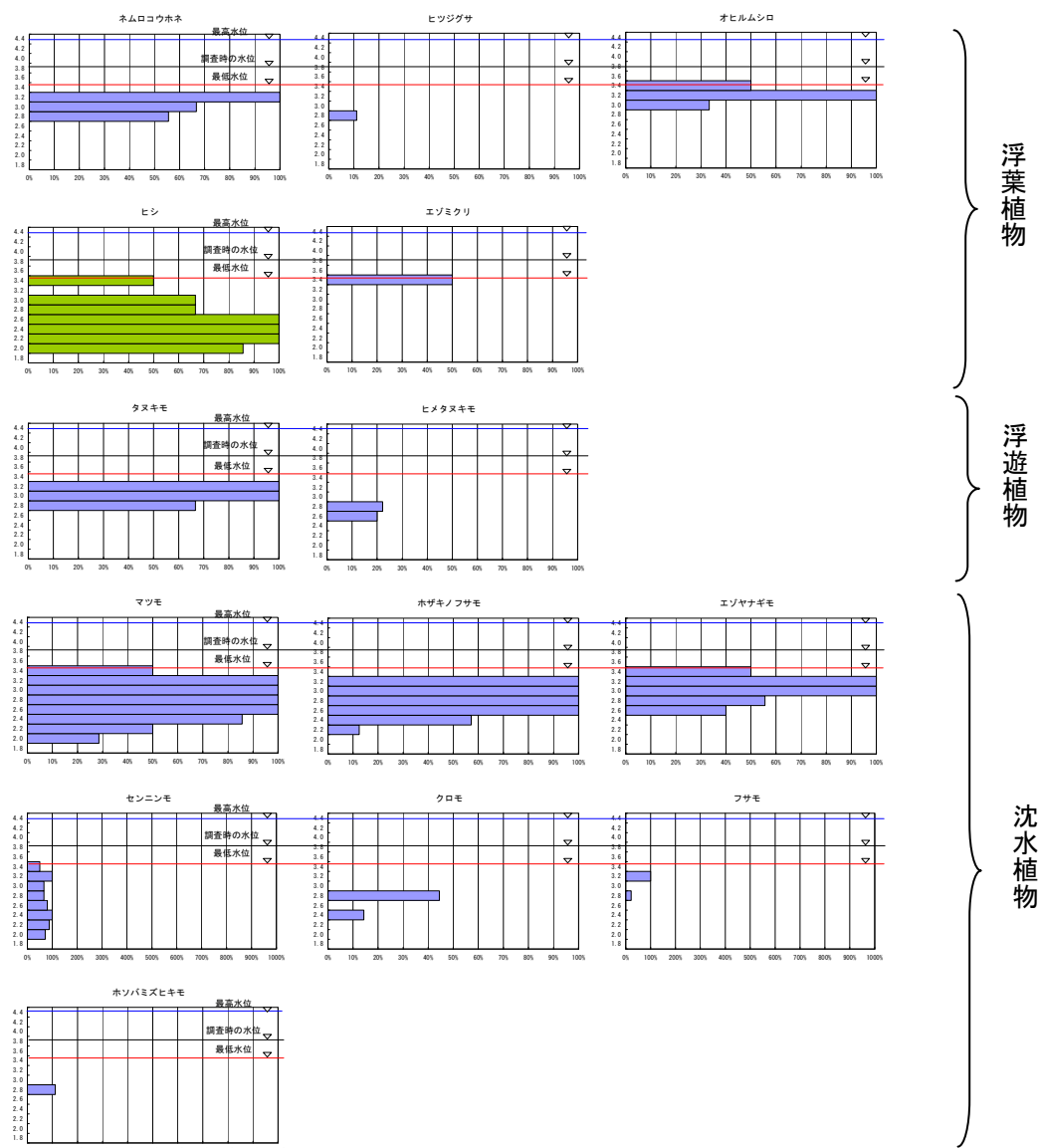


図 22 達古武湖における水生植物の水深ごと出現頻度(2010 年調査結果)⁹⁾

(2) ウチダザリガニの生息状況

(i) ウチダザリガニによる水生植物への影響

北米原産で特定外来生物に指定されているウチダザリガニは、在来のニホンザリガニと巣穴を巡る競合が懸念されているほか、魚類、底生生物、水草などを捕食して生態系を攪乱している可能性が高いこと、水草を切断し減少させること³⁰⁾などから、達古武湖の生態系に強い影響をもたらすことが懸念されている。

ウチダザリガニは雑食性であり、達古武湖で行われた胃内容物調査では、多くの個体で植物の割合が高いという結果が得られた¹⁵⁾。また、達古武湖の北西に位置するシラルトロ湖においてウチダザリガニによる沈水植物（ホザキノフサモ、センニンモ）への影響を検証したところ、体サイズにより食害の強度は異なるものの、60 日後にはエンクロージャー（3m×2m）内の沈水植物が一掃されたとの結果が得られている⁷⁾。

(ii) 達古武湖におけるウチダザリガニの生息状況

北海道ではウチダザリガニは 1930 年に道東の摩周湖に放流され、これ以降、摩周湖からの人為的な放流に由来すると考えられる個体群が北海道各地に分布を拡大し³¹⁾、達古武湖では 1980 年代半ばに確認された³²⁾。2003 年、2004 年に実施したウチダザリガニの分布調査^{7,15)} では湖岸や流入・流出河川を中心に計 229 個体が確認され、特にウチダザリガニの侵入経路と考えられる流出河川での確認数が多かった（図 23）。

一方、2010 年に実施した捕獲調査⁹⁾では、1 個体も捕獲されず、その生息数は 2004 年時点と比べて減少しているものと考えられ、これに伴い水生植物が受ける影響も小さくなっているものと考えられる。

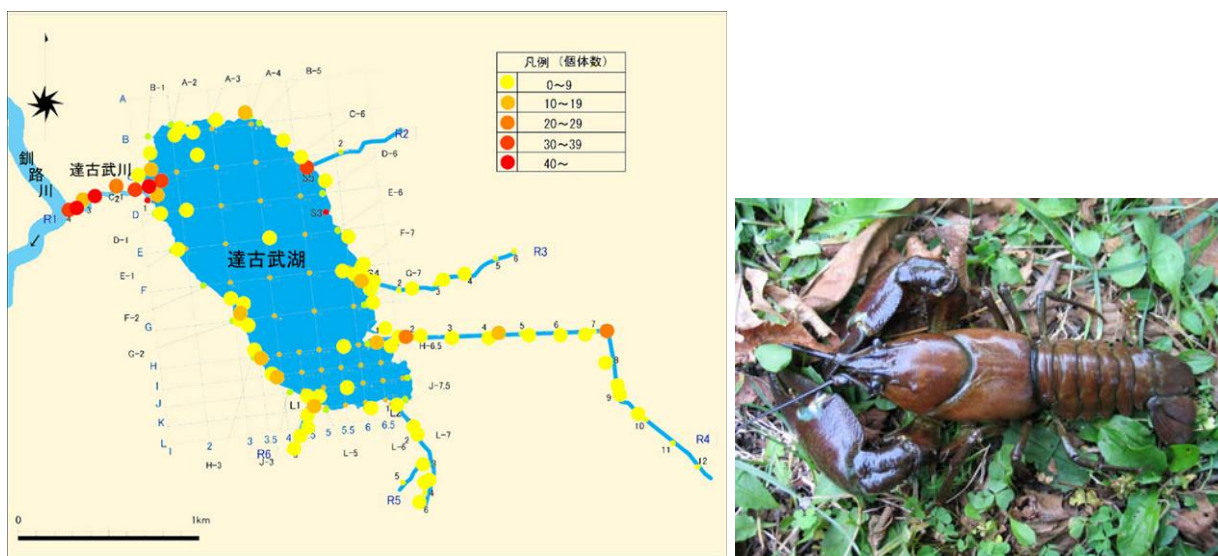


図 23 2003 年・2004 年のウチダザリガニ分布調査結果⁷⁾

(3) 達古武湖への栄養塩類等負荷

1) 栄養塩類の物質収支

達古武湖の水質は、周辺から供給される栄養塩類の量に影響を受ける。達古武湖に流入する栄養塩類の量と、達古武湖から流出する栄養塩類の量を算出し、栄養塩類の物質収支を把握するため、非融雪期に該当する 2010 年 5 月 30 日～10 月 31 日の計 155 日間において、達古武湖に流入する流入河川と、釧路川へ連絡する流出河川で調査を行った。

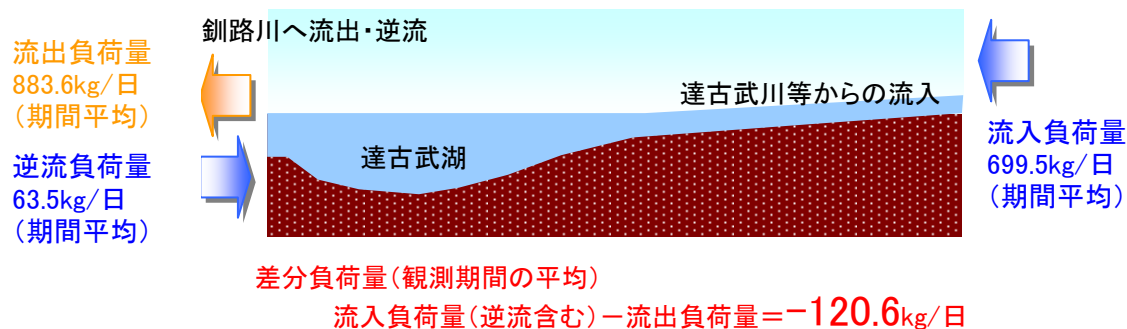
2010 年、2011 年の検討で観測期間中の 1 日あたりの窒素移動量を算出したところ^{9,10)}、流域由来で流入河川を経由して流入する負荷量は 46.3kg/日、流出河川から流出する負荷量は 69.0kg/日と見積もられた。また、逆流現象により流出河川から 5.7kg/日が湖に流入していることも明らかになった。これらの全ての収支を合わせたところ、達古武湖に流入する窒素量よりも流出量が 17.0kg/日多く、流出量が流入量よりも多いか同程度であることが明らかとなった。

また、1 日あたりのリンの移動量に関して、流域由来で流入河川を経由して流入する負荷量は 5.67kg/日、流出河川から流出する負荷量は 7.74kg/日と見積もられた。また逆流現象により流出河川から 0.62kg/日が湖に流入していることと見積もられた。全ての収支を合わせたところ、達古武湖に流入するリン量よりも流出量が 1.45kg/日多く、流出量が流入量よりも多いか同程度である傾向は窒素と同じであった。

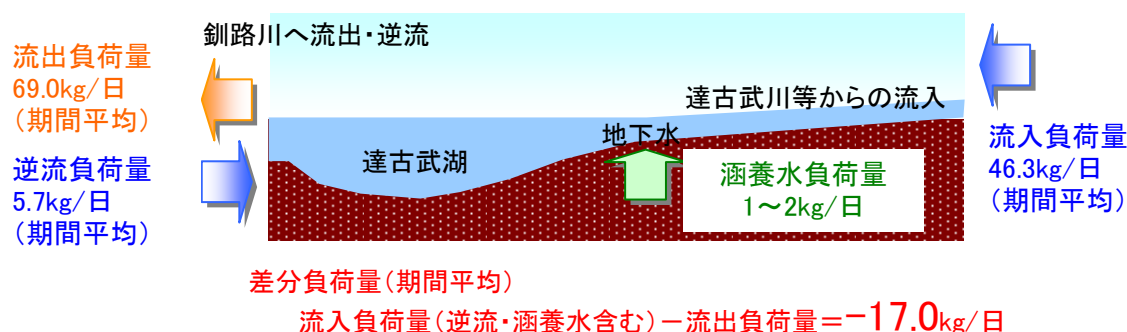
観測期間中には、度々流出河川の流向が逆転し、釧路川から達古武湖に水が流入する逆流現象が確認された。この逆流に伴う栄養塩類の負荷量は、発生 1 回あたりでは、COD で 1 日あたりの流入負荷量の約 28%を占める大きさであったが、観測期間 155 日のうち、逆流が観測された日は 36 日と少なく、小規模な逆流も含まれたことから、観測期間全体の流入負荷に占める期間平均のうち逆流現象による割合は、COD で約 8.3%、窒素で 11%、リンで 9.9%、土砂 (SS) で 8.8%となった。

なお、これらの算出過程では、計算条件が大きく異なることから南部湿地から流入する栄養塩類の負荷量を含めていない。よって、実際よりも達古武湖への栄養塩類の流入量は少なく見積もられていることに留意が必要である。

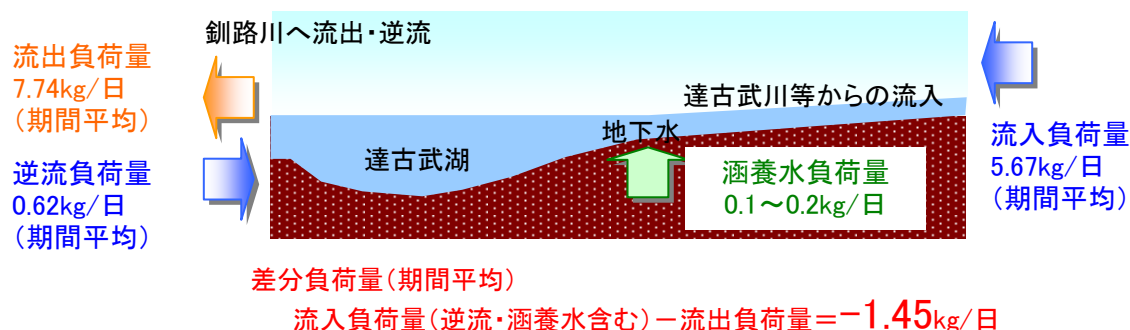
COD 収支 (2010 年 5 月 30 日～2010 年 10 月 31 日)



窒素収支 (2010 年 5 月 30 日～2010 年 10 月 31 日)



リン収支 (2010 年 5 月 30 日～2010 年 10 月 31 日)



土砂(SS)収支 (2010 年 5 月 30 日～2010 年 10 月 31 日)

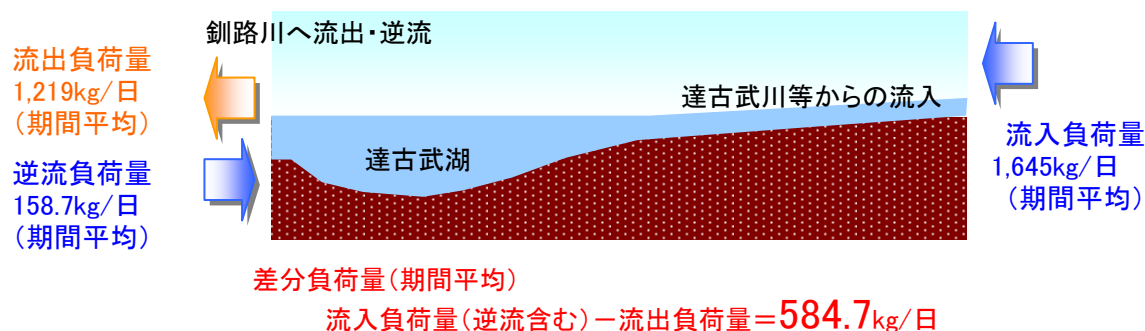


図 24 達古武湖における栄養塩類の物質収支^{9,10)}

2) 融雪期の栄養塩類負荷特性

「1) 栄養塩類の物質収支」と同様の手法を用いて 3 月～4 月の融雪期に達古武湖に流入する栄養塩類の量を算出したところ¹⁰⁾、非融雪期の 1 日あたりの窒素流入量 46.3kg/日に対し、融雪期は 64.4kg/日と見積もられた。また、非融雪期の 1 日あたりのリン流入量 5.67kg/日に対し、融雪期は 7.67kg/日と見積もられた。融雪期の窒素、リンの流入量は非融雪期の 1.4 倍程度に相当し、1 日あたりの流入負荷量が多い傾向にあった。

さらに、5 月～翌年 2 月までの 1 日の流入負荷量を、2010 年 5 月 30 日～10 月 31 日の負荷量により代用して年間の流入負荷量を算出したところ、年間負荷量に占める 2 ヶ月の融雪期の負荷量の割合は、窒素で 21.8%、リンで 21.3%を占めた。

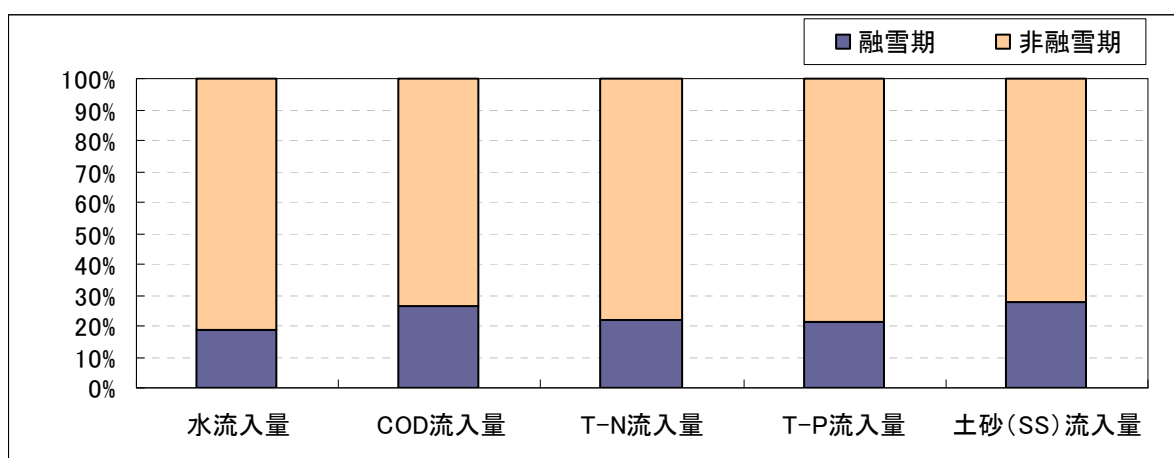


図 25 年間の流入負荷量に対する融雪期(3、4 月の 61 日間)の寄与割合¹⁰⁾

3) 流入負荷量に対する個別負荷源の寄与

達古武湖には流域内などで発生した栄養塩類が多様な経路を介して達古武湖に流入している。このうち、負荷源として存在が明らかになっているものは、家庭からの排水（点源）、冷泉（点源）、キャンプ場からの排水（点源）、畜産施設からの排水（点源）、南部湿地帯からの流入（面源）、林地等からの流入（面源）、農地や牧草地からの流入（面源）がある。他に、底泥からの溶出や大気降水物等として負荷されるものもある。

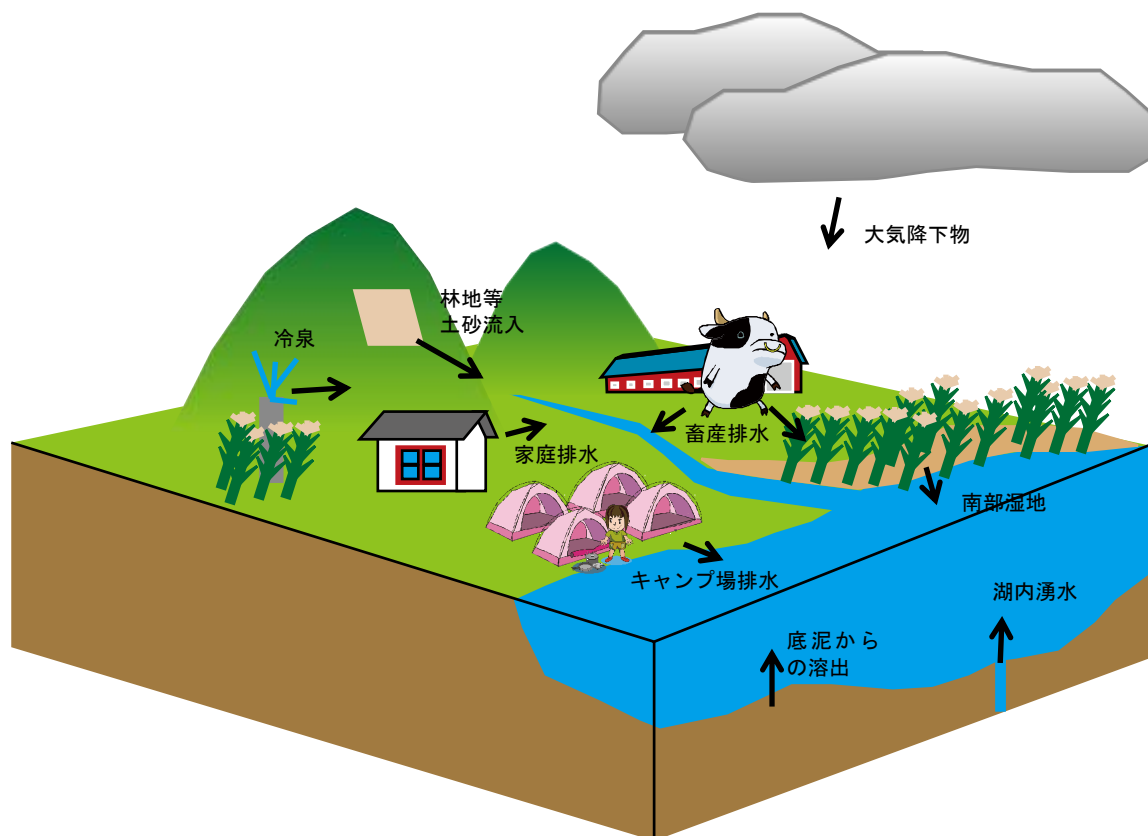


図 26 達古武湖における負荷形態と負荷発生源の模式図

(i) 家庭からの排水等

家庭からの生活排水等に由来する負荷については、窒素で 78.8kg/年、リンで 11.8kg/年（2004 年当時の居住者 7 世帯 18 人から算出）であり、他の負荷要因と比べると非常に小さく、適切な措置もなされている。

(ii) 冷泉

達古武湖流域には現在分かっているものだけでも 4 つの冷泉が存在している。これらはいずれも自然に湧出していたものではなく、人為的に掘削されたものだが、いずれも長期間放置されており、現在は利用されていない。

これらの冷泉は、流域からの負荷量と比較すると、窒素で 2.0%、リンで 1.2%に相当し、影響はわずかと考えられる。

(iii) キャンプ場からの排水

達古武湖の湖岸には釧路町の達古武オートキャンプ場が設営され、毎年 5 月から 10 月にかけて多くの人に利用されている。キャンプ場には汚水処理のため合併浄化槽が設置されており、夏期の排水は T-N および T-P がやや高いが、流域からの負荷量と比較すると、窒素、リンともに 1%未満⁹⁾であり、影響はわずかと考えられる。

(iv) 畜産からの排水

達古武湖流域では、畜産業が主要産業のひとつとして営まれており、2010 年度時点における流域内の家畜頭数は乳牛 1,968 頭、肉牛 106 頭、馬 4 頭、豚 3,253 頭¹⁰⁾である。家畜排せつ物の処理等については、1999 年 7 月に施行された「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」により、野積みや素堀りが禁止されている（家畜の種類およびその飼育頭数により一部は適用外）。

2010 年から 2011 年にかけて行った調査からは、達古武湖の流域の中で、栄養塩類の比負荷量（単位面積あたりの負荷量）が特異的に高い地域や流域はなく（図 29、図 30）、畜産排水等の影響による特筆すべき点源負荷は達古武湖流域には存在しないものと考えられる。

(v) 南部湿地帯からの流入

達古武湖の流域は上流部でも勾配が緩く、河道付近の多くに湿地帯が形成されているほか、下流部は達古武湖を囲んで広く湿地帯が形成されている。湿地内涵養水は植物が生産した有機物の分解にともなって DO（溶存酸素）が消費されやすく、還元的な環境や腐植物質の存在が特徴であり、Fe や Al が不溶化しにくいことでリンの共沈が抑えられ、溶存無機態リンの供給に関連していると考えられる³³⁾。

達古武湖南部の湿地には局所的に家畜糞尿由来と考えられる窒素やリンを高濃度に含有した土壌が存在している^{6,33)}。このうち、特にリンについてはリン酸イオンの形態で存在しており、脱窒のように系外へ除去される変化は生じない。湿地帯表層付近の涵養水の栄養塩類濃度分布によると、達古武湖付近においても高濃度のリン酸イオンが見られることから、蓄積している栄養塩類が達古武湖の負荷源になっていると考えられる。

なお、南部湿地に対する栄養塩類の供給は、過去の一時期に生じたものである。当時は「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」（家畜排せつ物法）（平成 11 年制定、同年 11 月 1 日施行、平成 16 年 11 月 1 日本格施行）が未制定であり、

法に基づく規制は存在しなかったが、現在は家畜排せつ物法の規定により、適正な家畜排せつ物の管理（処理や保管）が行われていることから、新たに家畜排せつ物由来の栄養塩類が供給されることはないと考えられる。

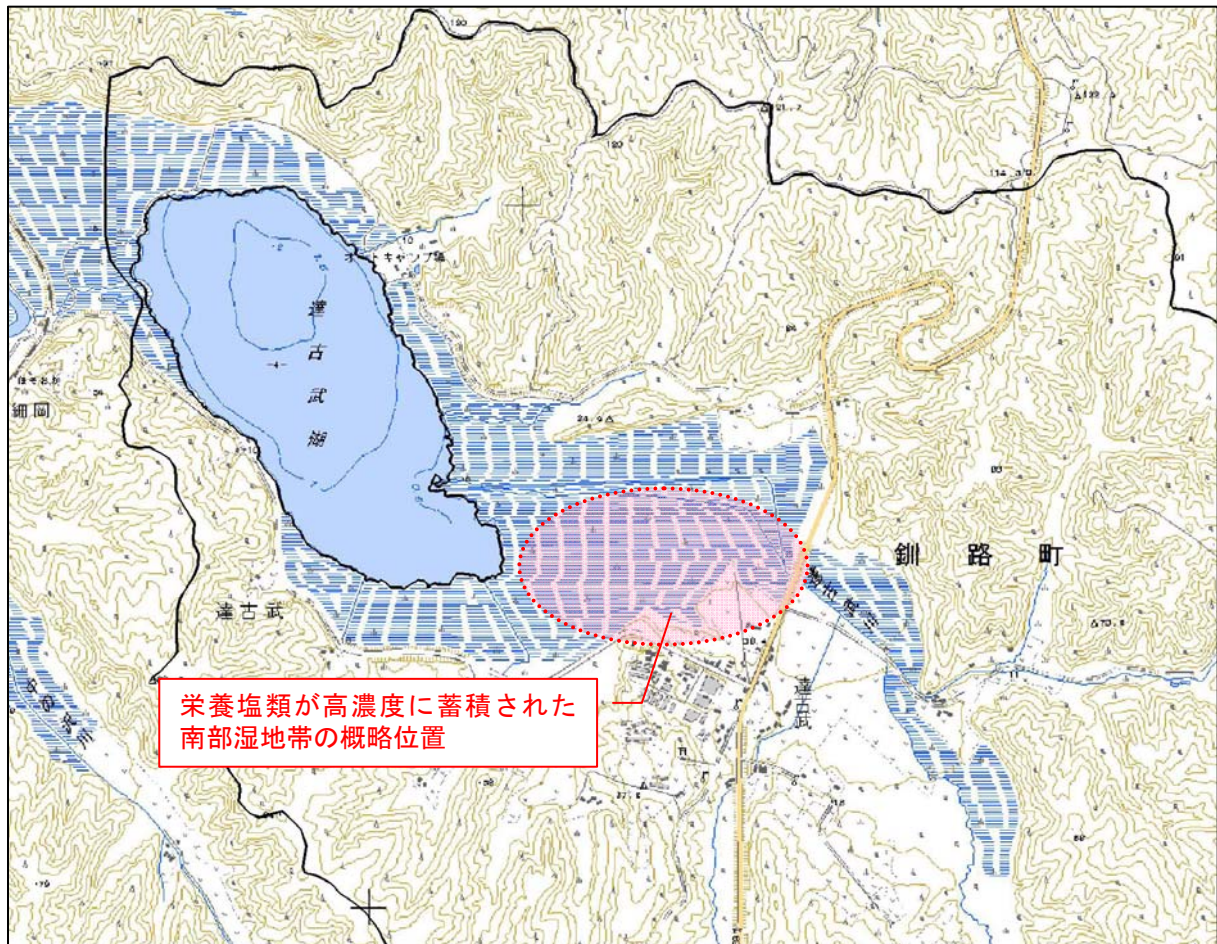


図 27 栄養塩類が高濃度に蓄積された南部湿地帯の概略位置

平水時には、この南部湿地帯に蓄積された栄養塩類の達古武湖への供給は少なく、降雨等に伴う湖水位の上昇で南部湿地帯が冠水する際に、南部湿地上の直上水に栄養塩類が溶出し、その栄養塩類を含む水塊が達古武湖に移動することによって、栄養塩類が達古武湖に供給されるものと考えられる。特にリンは土壌から涵養水に溶脱しやすく、水位上昇等に伴う移動が比較的多いと考えられる。

この過程で達古武湖に供給される栄養塩類の量は、水位上昇 1 回あたり COD で 2,032kg、窒素で 121kg、リンで 19.8kg と見積もられた。このような水位上昇による冠水は、2010 年 5 月 30 日～10 月 31 日の 155 日間で、9 回生じており、この間に南部湿

地帯から供給された栄養塩類の量は、流域からの 2010 年 5 月 30 日～10 月 31 日の 155 日間の負荷量に対し、窒素は約 15%、リン約 20%に相当すると見積もられた¹⁰⁾。この計算過程で設定した冠水時の水位等の条件は、南部湿地から供給される栄養塩類を過大に評価しないよう留意して設定しており、実際にはより多くの栄養塩類が南部湿地から供給されている可能性がある。

なお、涵養水面の勾配が小さく、涵養水の流動が小さいことから、平水時に涵養水の形で南部湿地から達古武湖へ直接供給される栄養塩類は多くないと考えられる。

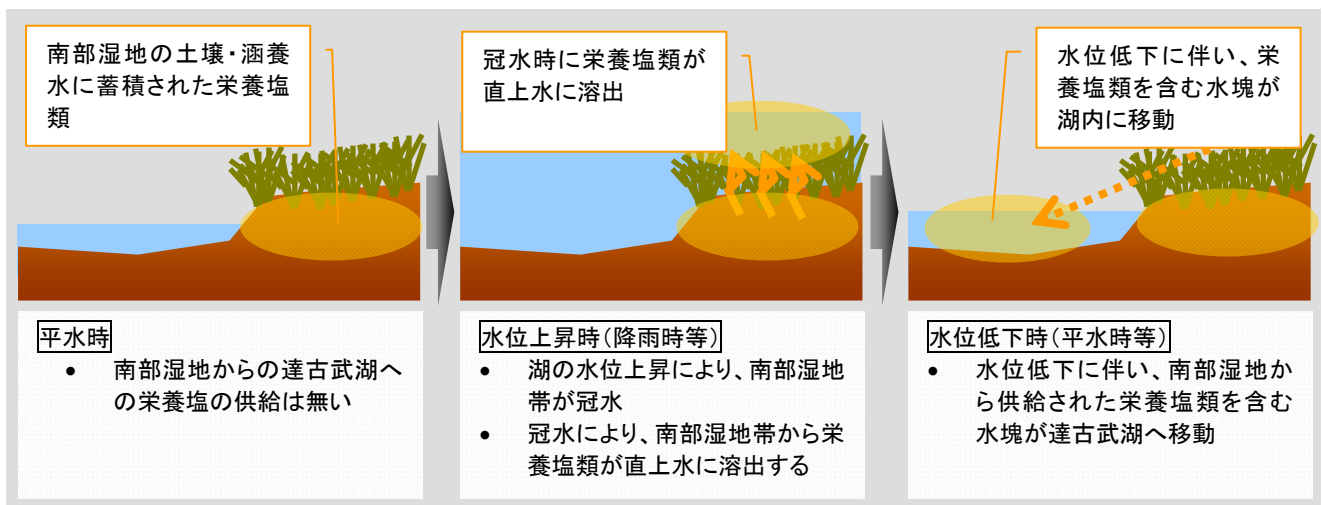


図 28 南部湿地帯に蓄積された栄養塩類が湖内に流入するメカニズム

(vi) 林地や農地・牧草地からの流入

達古武湖の全流域 2,400ha のうち、自然林以外の林地（針葉樹_カラマツ林及び針葉樹_常緑針葉樹林）及び伐採跡地と考えられる草地_ササの合計は、2004 年時点で 430ha（17%）を、農地・牧草地（牧草地、耕作地）は 73ha（3%）を占めている¹⁰⁾。一般的に、林地や農地・牧草地からは降雨等に伴い、主に懸濁態の状態で栄養塩類が湖沼等に流入することが知られている。

4) 降雨時における栄養塩類の負荷流入特性

降雨日を日雨量 10mm 以上の降雨があった時から 2 日間と仮定し、栄養塩類の負荷量を算出した（表 12）。その結果、降雨時は非降雨時に対して 1 日あたり 1.43～1.87 倍の負荷量と算出された。観測期間（155 日間）の全負荷量に対する降雨時の負荷量は約 3～4 割を占めており、降雨に伴って発生する負荷への対策等を検討する必要性が示唆された。これらの降雨にともなって発生する栄養塩類の負荷は、主に面源の負荷であると考えられ、面源負荷を中心とした負荷削減対策が達古武湖流域の課題であると考えられる。

表 12 降雨時負荷量の算出結果¹⁰⁾

	COD	窒素	リン
a) 観測期間平均日負荷量 (kg/日)	699.5	46.3	5.67
b) 降雨時平均日負荷量 (kg/日)	1,308.7	66.2	8.70
b) / a) 観測期間の平均日負荷量に対する 降雨時平均日負荷量の割合	1.87	1.43	1.53
c) 観測期間全負荷量 (kg)	108,423	7,177	878.9
d) 降雨時全負荷量 (kg)	44,496	2,251	295.8
c) / d) 観測期間の全負荷量に対する 降雨時負荷量の割合	0.41	0.31	0.34

達古武湖の流域における、小流域別の比負荷量（単位面積あたりの負荷量）の分布図を、図 29（窒素）及び図 30（リン）に示す。これによると、降雨時の栄養塩類負荷量の占める割合が高くなっている地点は、ST-R1、R2、R3、R5、R6、R8、R9 が挙げられる。うち、R1、R2、R3、R8 の流域では植林地の占める割合が高く、R3、R5 の流域では大きな面積を有する農地（牧草飼料畑）や放牧地等が分布しており、対策対象候補として検討することが考えられる。

【窒素】

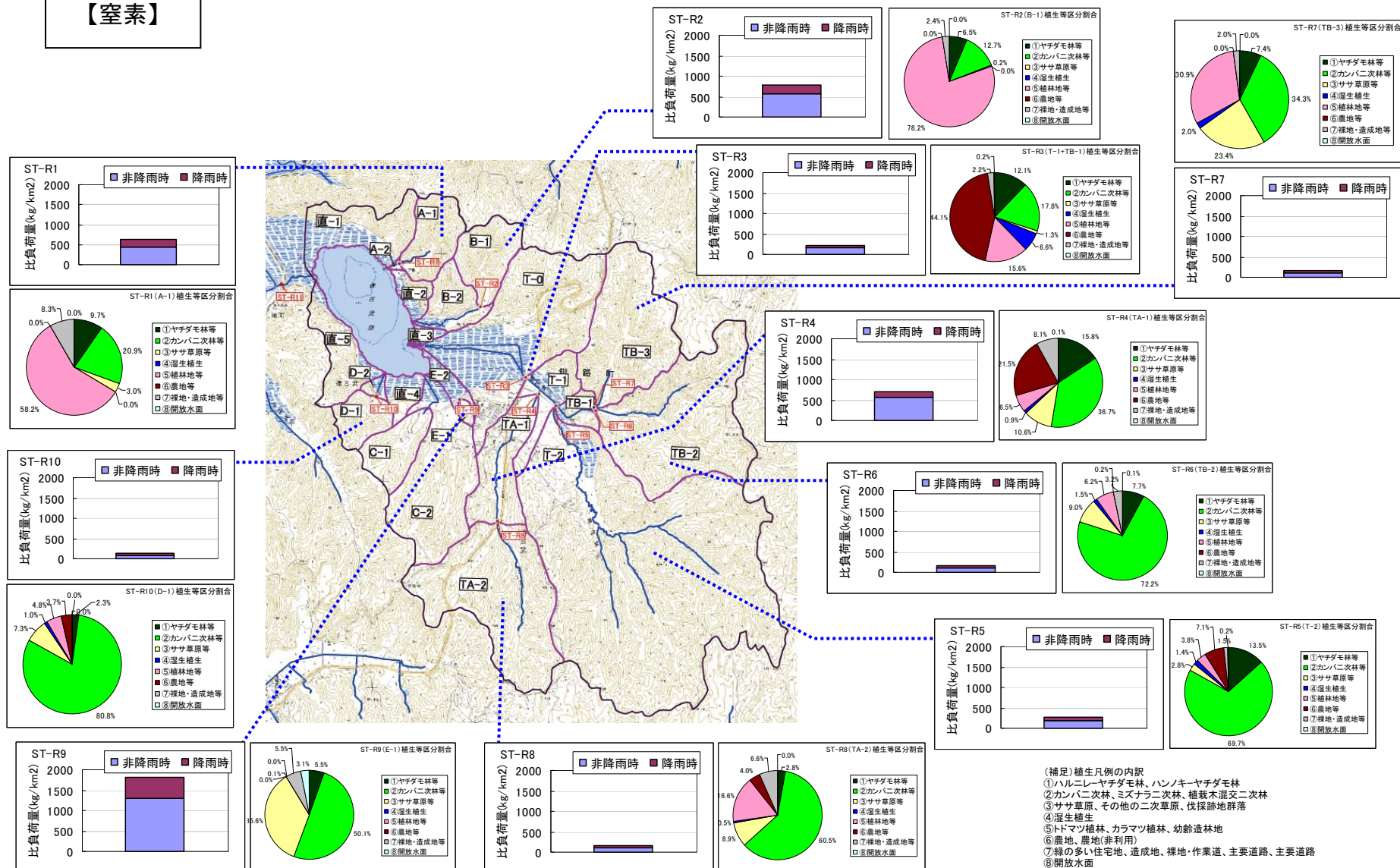


図 29 降雨時における小流域毎窒素比負荷量(単位面積あたりの負荷量)分布図 9,10)

【リン】

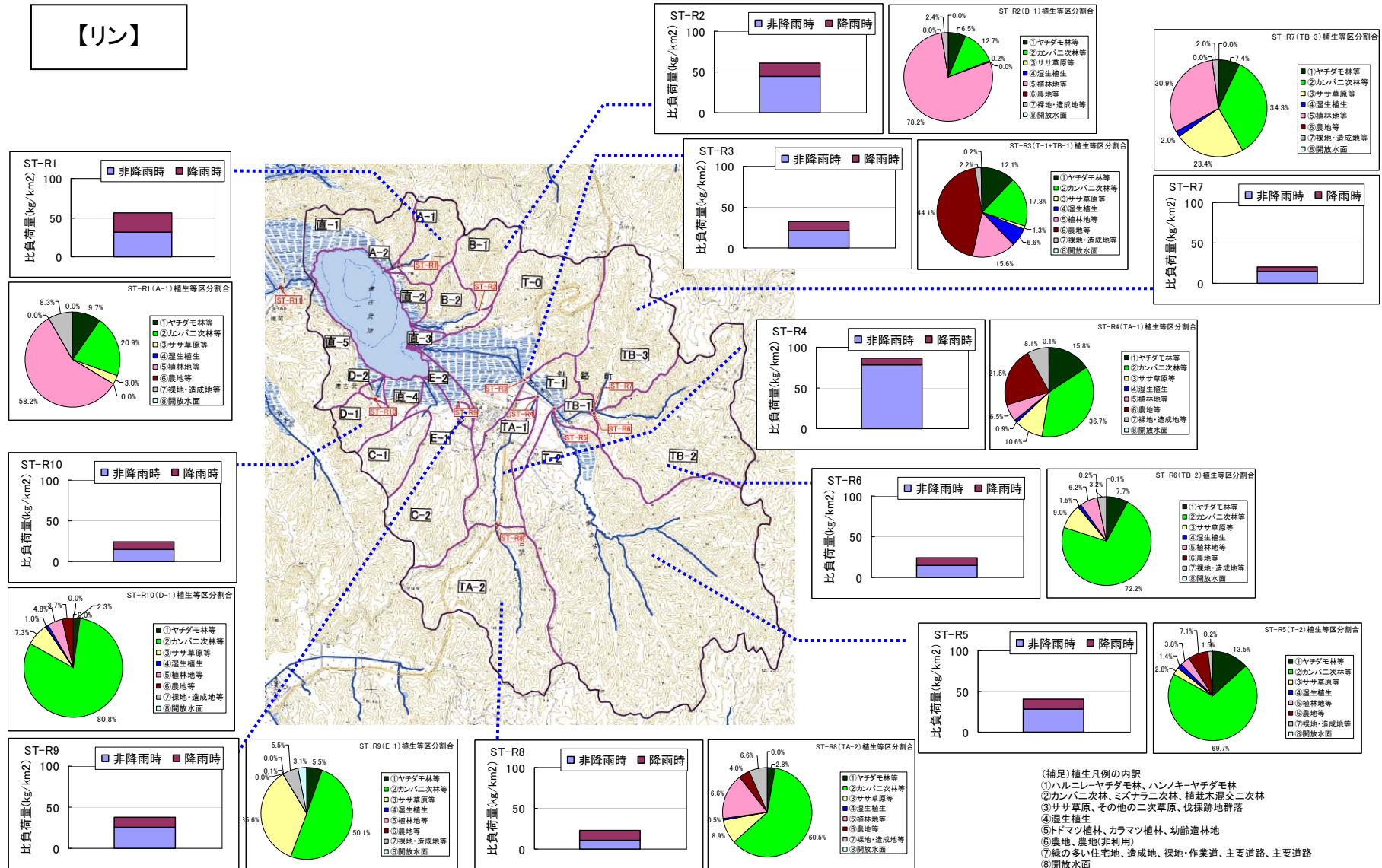


図 30 降雨時における小流域毎リン比負荷量(単位面積あたりの負荷量)分布図 9,10)

5) 達古武湖の富栄養化ポテンシャル

ここでは、達古武湖において、富栄養化が進行しないための栄養塩類の流入許容量を、負荷量と水質の経験式による簡易モデル（Vollenweider モデル）※を用いて算出した¹⁰⁾。

達古武湖の平均水深を 1.8m、湖水の滞留時間を 30 日とすると、リンの流入量が 0.4～0.5g/m²/year を超える時に富栄養化問題が発生する可能性が高いとされ、達古武湖の表面積 1.33km² を乗じると年間のリン負荷の許容量は 530～670kg と算出された。

一方で、達古武湖に流入するリン負荷量は、流域からの負荷だけでも年間 2,192kg（非融雪期：1,724kg、融雪期：468kg）であった。このため、現状の達古武湖への流入負荷量からは、富栄養化の可能性が高い湖沼と分類され、達古武湖における水質の栄養塩類濃度を低減するためには、達古武湖への栄養塩類負荷の流入削減対策が必要であると考えられる。

※ 湖沼の面積当たりのリン負荷量と平均水深／滞留時間比の関係、及び実湖沼の富栄養化データから、経験的に富栄養化現象発生の有無を推定するモデル
（出典：環境省，環境影響評価情報支援ネットワーク <http://www.env.go.jp/policy/assess/index.html>）

5.3. 本事業の基本的な考え方

本事業は、釧路湿原自然再生全体構想における原則に沿って、以下に示す基本的な考え方を定め、実施する。

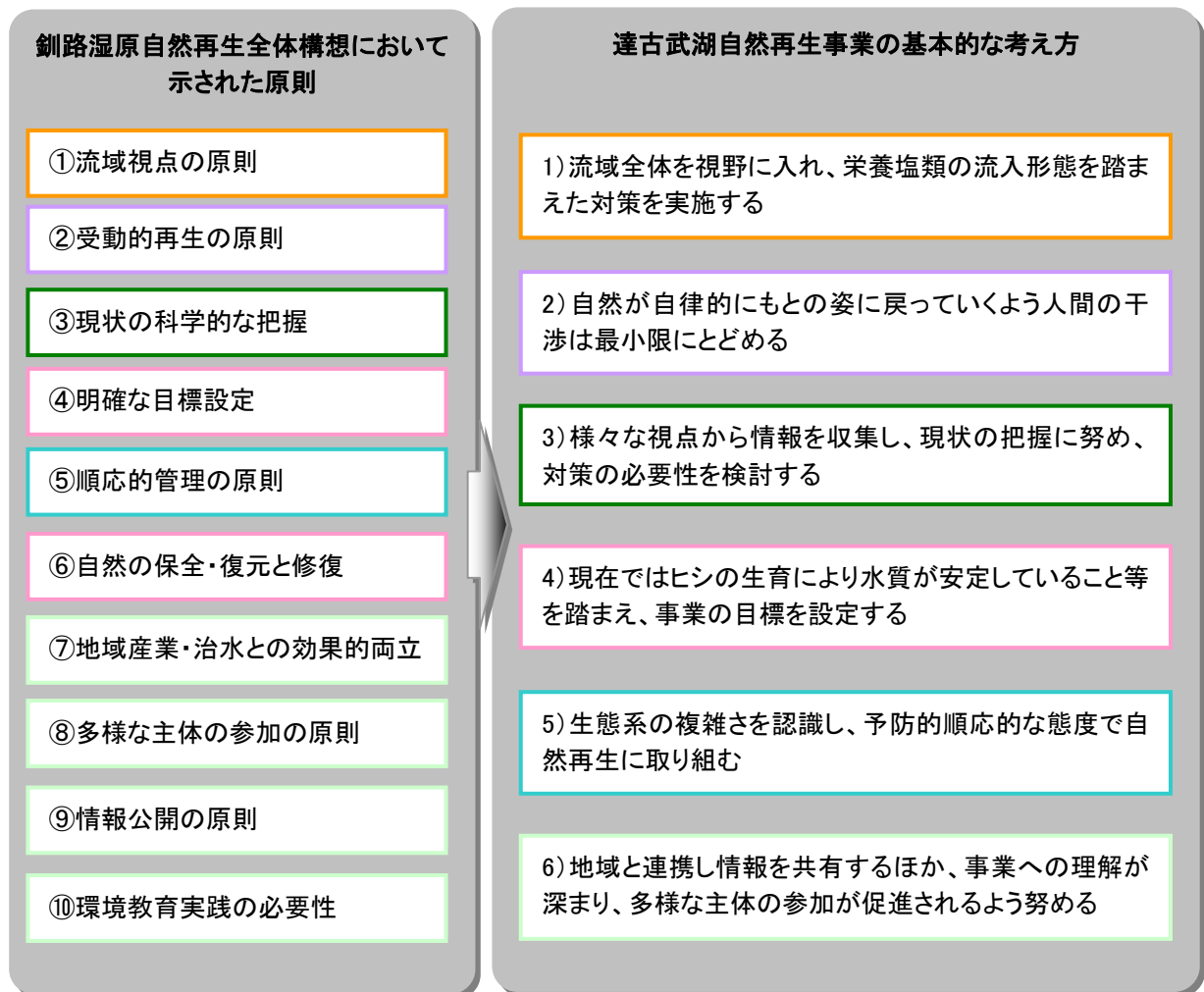


図 31 本事業の基本的考え方

1) 流域全体を視野に入れ、栄養塩類の流入形態を踏まえた対策を実施する

達古武湖で進行している富栄養化は、主に流域からの栄養塩類の流入に由来しており、流域内で発生した栄養塩類は、多様な流入形態をもって湖に到達していると考えられる。したがって、流域全体からの流入形態に応じた負荷削減対策を事業の中で実施する。

2) 自然が自律的にもとの姿に戻っていくよう人間の干渉は最小限にとどめる

現在達古武湖に残された、良好な自然を保全し、自律的にもとの姿に戻っていくことを第一に考える。保全に際してははじめは能動的な手法が必要であっても、徐々に自然の回復

力にゆだね、最終的には自然が自らの力で良好な環境を維持する自律的な状態を目指す。

3) 様々な視点から情報を収集し、現状の把握に努め、対策の必要性を検討する

絶えず変化を続けている達古武湖の環境を注視し、水質の変化、動植物の生息・生育状況などの科学的な知見の収集に努め、総合的に状況を把握し、対策の必要性を検討する。

4) 現在ではヒシの生育により水質が安定していること等を踏まえ、事業の目標を設定する

2011 年時点において、達古武湖の水質は安定した状態にあるものの、この一つの要因としてヒシの繁茂が挙げられる。本実施計画では、事業の目標を「5.4 達古武湖における自然再生の目標」のとおり設定するが、この目標ではヒシを完全に排除することを意図しないものである。

5) 生態系の複雑さを認識し、予防的順応的な態度で自然再生に取り組む

近年達古武湖で生じた透明度の変化に見られるように、生態系は複雑で絶えず変化し続けるものである。したがって、自然再生にあたっては、柔軟で順応的な対応が可能な対策を実施することとする。また、科学的根拠が完全ではないものについても、科学的知見の収集に努めつつ、予防的な態度で自然再生に取り組む。

6) 地域と連携し情報を共有するほか、事業への理解が深まるよう努める

再生事業を持続的に展開し、その後自律した環境を守っていくためには、地域社会の協力や理解が不可欠である。よって、地域社会に達古武湖の現状を伝え、一人一人が問題意識を持ち、積極的に参加できるような取組を行う必要がある。

5.4. 達古武湖における自然再生の目標

1990 年代以前、達古武湖は多様な水生植物が湖全面に生育し、水生植物の宝庫とも呼べる湖であった。このため、1990 年代に観察されたような、多様な水生植物※をはじめとする多様な動植物がバランス良く生育している湖を、達古武湖のあるべき姿として捉え、このあるべき姿に達古武湖が少しでも近づけるよう、以下に示す自然再生の目標を設定し、自然再生事業を実施する。

※ ここで述べる“多様な水生植物”には、水質を安定させる効果等も踏まえ、現在達古武湖において生育域を拡げているヒシも含んでいる

【事業の目標】

達古武湖に流入する栄養塩類の流入負荷と、ヒシ繁茂が水生植物の生育環境に与える圧力を低減することにより、達古武湖のヒシ以外の水生植物が安定的に生育できるような環境を保全・復元すること

【参考】「釧路湿原自然再生全体構想」における、事業の目標と関連する記述

第 5 章. 目標達成のための施策と評価の方法

1 湿原生態系と希少野生生物の生息・生育環境の保全・再生

(3) 手法

- ① 良好な湿原環境を有している区域の現状面積が維持されるように、湿原を保全します。
- ② 湿原の希少な野生生物が安定して生息・生育できるような環境を保全・復元します。
- ③ 湖沼の野生生物が安定して生息・生育できるような水質や水量を保全・復元します。
- ④ 過去に湿原であって、現在は産業利用されていない湿原周辺の未利用地等を、「湿原」や「湿原と社会経済活動との緩衝帯」として回復・復元します。
- ⑤ 湿原生態系への悪影響が懸念される外来生物について、個体数を減らし、影響を低減するような管理手法の確立を目指します。

5.5. 事業実施期間

本実施計画は、2013 年度～2017 年度までを事業実施期間とする。

5.6. 本事業における対策の方向性

達古武湖の水生植物の生育状況を改善させるためにはいくつかの手法が挙げられるが、「自律的な回復を第一とする」基本的な考え方に照らし、ここでは水生植物の生育環境を悪化させている要因を取り除くことを原則とし、人為的な移植等を行わない。

(1) ヒシの繁茂による水生植物への負の影響の低減

水生植物の生育環境の悪化は現在まさに生じており、主たる要因は繁茂しすぎたヒシによる生育場の競合圧や、光環境阻害である。ヒシ以外の多様な水生植物が安定的に生育できる場所を確保するため、本事業では人為的なヒシの分布域制御を行う。

(2) 富栄養化の原因となる栄養塩類の流入量削減

水生植物の生育環境の悪化のもう一つの主要因は、富栄養化をもたらす流域や南部湿地帯からの栄養塩類の流入である。現在の達古武湖の水質は、ヒシの繁茂等により透明度の高いレベルで維持されているが、今後水質が改善しないままにヒシの生育量が減少したり、他の水生植物に置き換わった場合には、再度透明度の低下等が生じる可能性があることから、多様な水生植物が安定的に生育できる状態とするためには、達古武湖に流入する栄養塩類の負荷削減を行う必要がある。特に、降雨や融雪による出水時に多くの栄養塩類が達古武湖に流入する特性があり、本事業では南部湿地からの栄養塩類の除去や流域における面源負荷対策を行う。

(3) 順応的管理とモニタリング

(1)及び(2)に示したヒシの分布域制御、栄養塩類の流入量削減については、定期的なモニタリングにより順応的な管理を行っていく。

また、(1)及び(2)以外の水生植物の生育環境に影響を与えうる要因について、現状では水生植物の生育環境に重大な影響は与えていないものの、今後影響が高まる可能性のある要因については、定期的なモニタリングを通じて影響の度合いを把握し、対策の必要性が高まった場合には具体的な対策を実施する。

5.7. 本事業における水生植物回復のシナリオ

本事業では、流域からの栄養塩類負荷が継続し、ヒシが湖全面に繁茂することによってヒシ以外の水生植物の生育環境が悪化している現状に対し、以下に示す段階を踏むことで水生植物の回復を目指す。

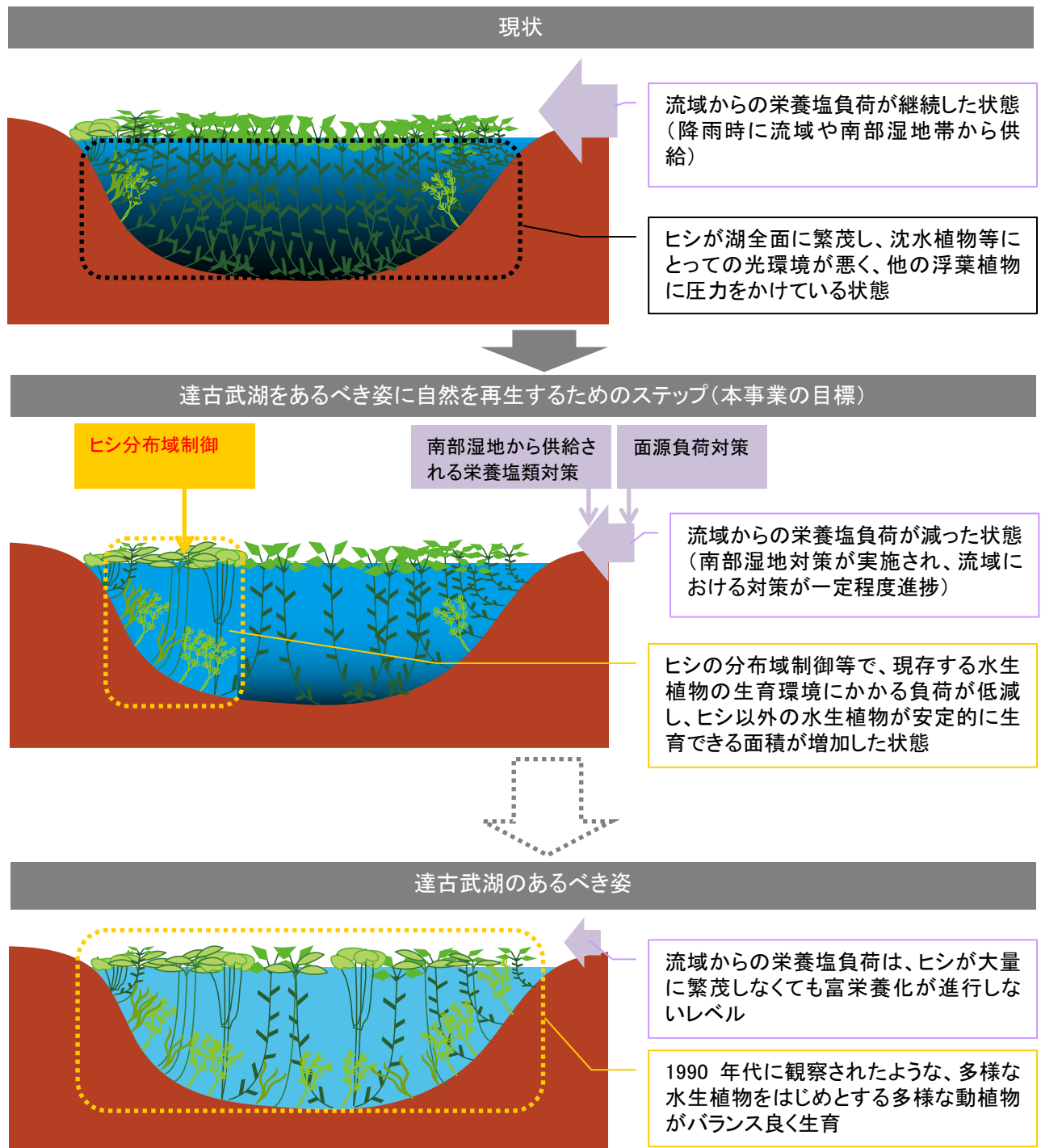


図 32 本事業における水生植物回復のシナリオ

5.8. 本事業の構成

本事業は、「対策」、「モニタリング及び順応的管理」により構成される。

(1) 対策

対策は、達古武湖における水生植物の生育環境に影響を与えている要因を取り除く具体的な取組を指し、ヒシ分布域制御、流域からの栄養塩類流入抑制（南部湿地から供給される栄養塩類対策、面源負荷対策）で構成される。

(2) モニタリング及び順応的管理

モニタリングは、水生植物の生育状況を把握する目的と、水生植物の生育環境を把握する目的と、事業効果を把握する目的によるものの3種で構成される。これらは事業期間中に実施する事業内容の見直しや順応的管理に反映するほか、事業効果の評価や2018年度以降の事業の必要性等の検討材料に用いる。なお、事業内容の見直しや順応的管理を実施する際には、必要に応じて試験等を実施し、手法等の検討を行う。

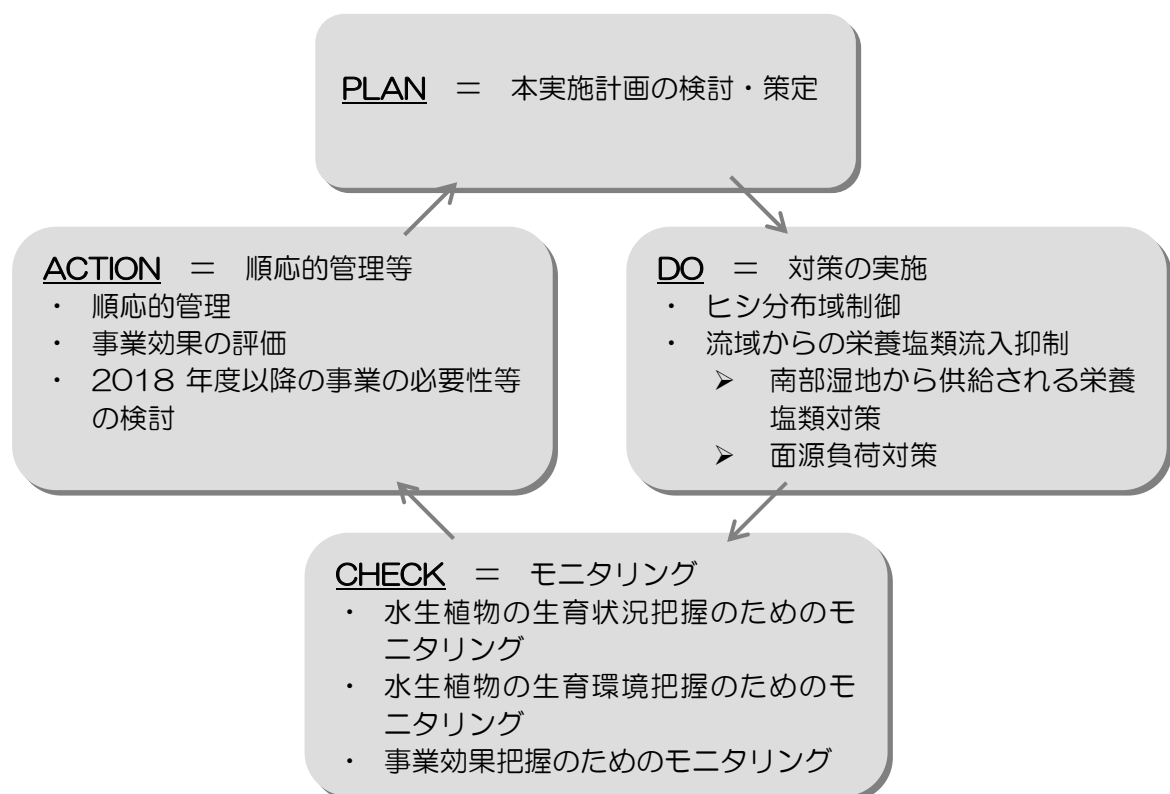


図 33 本事業の PDCA サイクル

5.9. 事業毎の実施計画

(1) 対策

1) ヒシ分布域制御

達古武湖では、2008 年度からヒシ分布域制御の効果を把握するため試験を実施している（St.①、②、③は2010 年度から、St.④は2008 年度から、St.⑤、⑥は2011 年度から実施した）。2011 年度時点で把握できたヒシ分布域制御の効果は以下のとおりである。

表 13 2011 年度時点で確認されたヒシ分布域制御の効果

区画名	確認されたヒシ分布域制御の効果（2011 年度時点）
St. ①	ヒシ以外の水生植物の被度が増加した。
St. ②及び③	全ての区画において、ネムロコウホネもしくはヒツジグサの被度が増加した。 St. ③の一部の区画でのヒツジグサの芽生えを確認した。 その他の沈水植物についても、対照区との比較で被度の増加を確認した。
St. ④	対照区と比較し、ヒシ以外の水生植物の顕著な回復を確認した。 一部の区画でフラスコモ属の一種の生育と、ネムロコウホネ、ヒツジグサの芽生えを確認した。
St. ⑤及び⑥	ヒシ分布域制御の実施開始からの期間が短いことなどから、2011 年 9 月時点で効果が確認されていない。

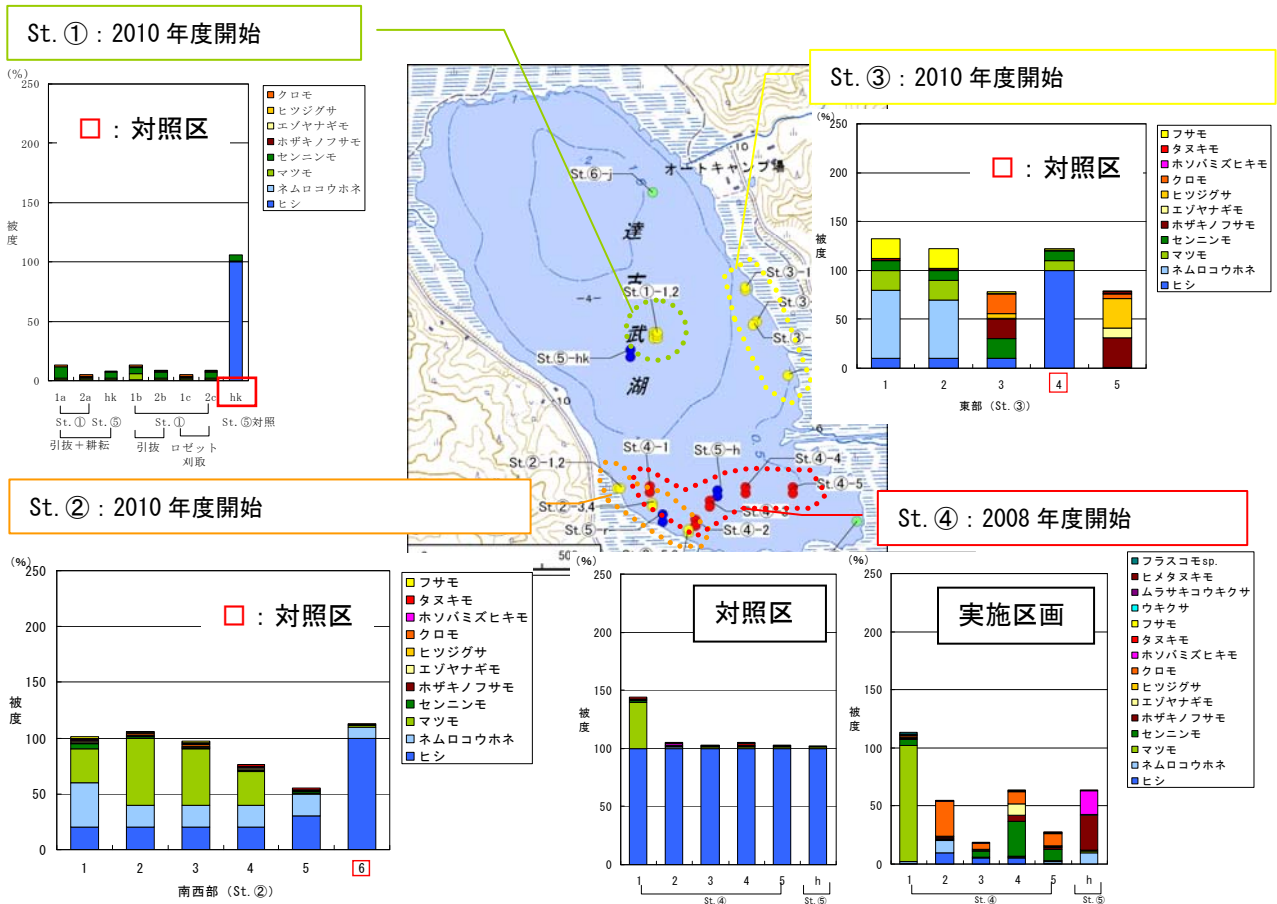


図 34 ヒシ分布域制御実施区画と対照区の水生植物出現種・被度の比較（2011 年 9 月）

(i) 保全対象種

達古武湖ではかつてネムロコウホネ群落が沿岸に広がり、「水面を花が黄色く染めるほど」⁴⁾であったとされ、ネムロコウホネは達古武湖を代表する種として認識される一方、現在ではその生育範囲を減らしている状況である。

そのような中、分布域制御の試験としてヒシのロゼットを2年以上継続して刈り取った地点では、2011年度にネムロコウホネ及びヒツジグサの発芽やフラスコモ属の一種（新規確認）の生育が確認された。

以上から、ヒシ分布域制御の主な保全対象種として、ネムロコウホネやヒツジグサなどの浮葉植物を設定し、他の水生植物への効果も期待する。

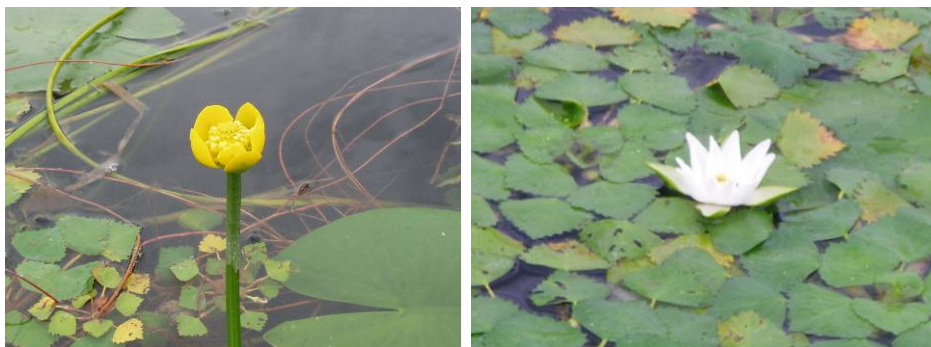


図 35 ヒシ分布域制御による保全対象種(左:ネムロコウホネ、右:ヒツジグサ)

(ii) 留意点

現在の達古武湖は、ヒシの繁茂等により透明度の高いレベルで維持されていることから、ヒシ分布域制御によってヒシの現存量を急激に減少させすぎた場合、再度透明度等水質が悪化する懸念がある。そのため、ヒシ分布域制御を行う区画では水質のモニタリングを実施し、水質悪化が認められた場合には、刈り取りの規模等の再検討を行うものとする。

(iii) ヒシ分布域制御に関する個別目標

「達古武湖の水生植物の生育環境に影響を与えている負荷を低減することにより、達古武湖のヒシ以外の水生植物が安定的に生育できる面積を増加させる」という目標を達成するため、ヒシ分布域制御について、以下に示す個別目標を設定する。

3つの再生エリア（南西岸エリア、南岸エリア、東岸エリア）において、ネムロコウホネやヒツジグサをはじめとするヒシ以外の水生植物群落が安定的に生育する範囲が広がり、維持されること

※ ヒシ分布域制御により、再生エリア内で確認できる水生植物の種数が増加する効果も期待される（2011年度までの試験結果から、ヒシ分布域制御を行わない対照区では3～6種（平均4.6種）であったのに対し、ヒシ分布域制御を行った区画では最高10種（4～10種、平均7.6種）であった（2011年9月調査））

(iv) ヒシ分布域制御手法

i) 位置及び規模

2011 年度までのヒシ分布域制御の試験、試行の結果から、ネムロコウホネやヒツジグサ等の浮葉植物が、ヒシによる生育阻害の影響を受けながらも現状で群落として生育している範囲が、水生植物の回復効果が高い地点であると考えられる。そこで本事業では、再生区画を図 36 に示す 3 つのエリア（南西岸エリア、南岸エリア、東岸エリア）に設定する。

この 3 つのエリアは、上記のように水生植物の回復可能性が残されているエリアであり、水生植物の埋土種子は長期間経つと発芽能が低下する事などから、水生植物を保全し、生育範囲を広げるためには、緊急的に対策に着手する必要がある。

また、キャンプ場の周辺等において、市民が参加してヒシ分布域制御を実施するためのエリアを設ける。

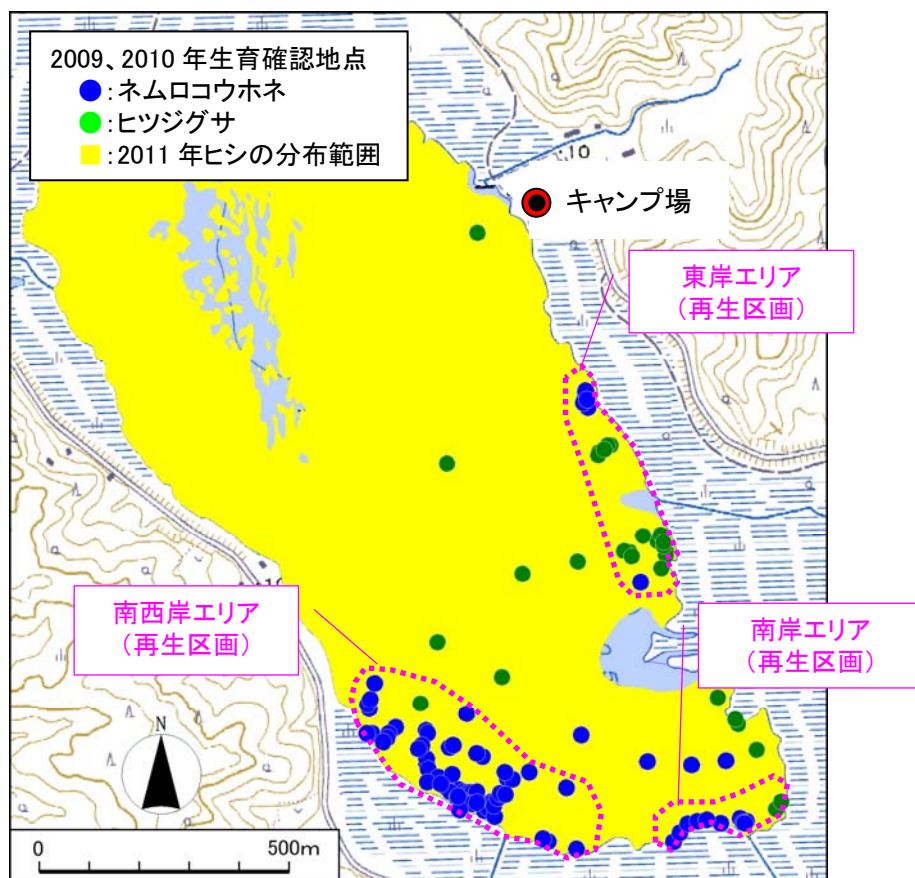


図 36 ヒシ分布域制御箇所設定範囲

ii) 実施方法

ネムロコウホネやヒツジグサ等の浮葉植物が現状でも生育する範囲（南西岸エリア、南岸エリア、東岸エリア）においては、これらの種に与える影響を小さくするため、根茎の引抜きなどは行わず、ロゼット葉部分のみを人力で刈り取るものとする。

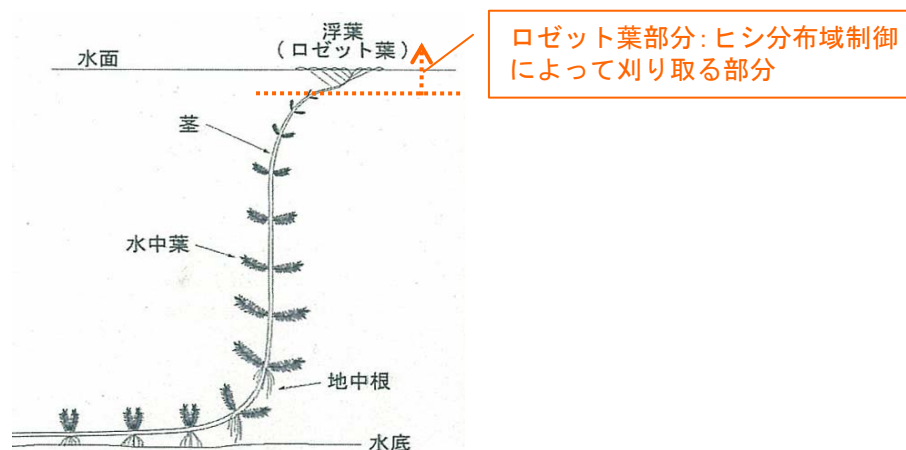


図 37 ヒシ分布域制御により刈り取るヒシの部位

2) 流域からの栄養塩類流入抑制

(i) 基本的な考え方

達古武湖に流入するリン負荷量は、流域からの負荷だけでも年間 2,192kg（非融雪期：1,724kg、融雪期：468kg）と試算されている。Vollenweider モデルによると、達古武湖で富栄養の状態を生じないためにはリン負荷の許容量は年間 530～670kg とされており、流入する負荷の削減が必要である。

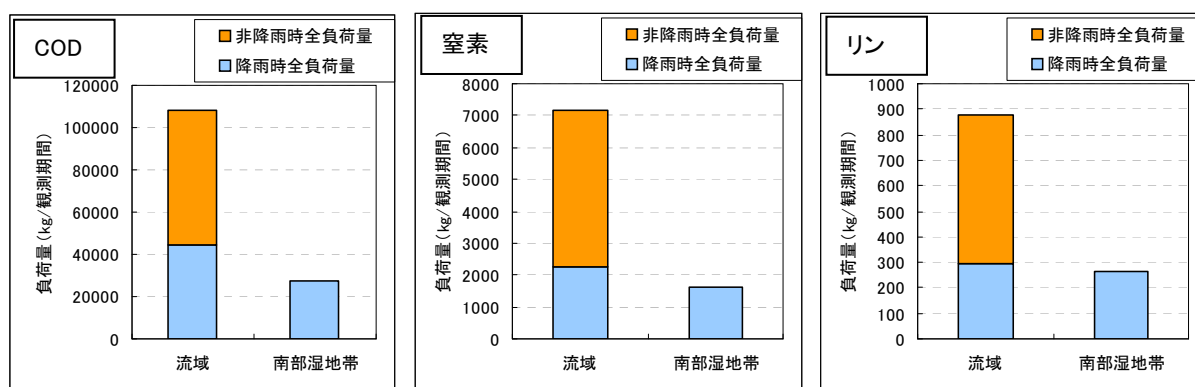
達古武湖に流入する負荷のうち特徴的なものは、

- 降雨に伴う水位上昇によって南部湿地から供給される栄養塩類
- 降雨に伴う流量増加によって流入河川から供給される栄養塩類

であり、上記 2 種の負荷が、2010 年 5 月 30 日～10 月 31 日（155 日間）の達古武湖に流入する栄養塩類負荷量の概ね半分を占めると考えられる。さらにこれらの負荷の発生は、155 日間のなかでも日雨量 10mm 以上の降雨があった日から 2 日間の、計 34 日間に集中しており、発生する日数は少なくとも、達古武湖の水質に与える影響は高いと考えられる¹⁰⁾。

そのため、本事業では上記 2 種の負荷削減を重点的に実施することとする。

なお、湖内における栄養塩類対策として考えられる浚渫や覆砂等は、既に個体数を減らしている水生植物に対して大きな影響を与える可能性があり、達古武湖近傍への内湖の設置等についても水収支が変化するなど、環境が急速に変化する可能性があることから、本事業においてはこれらの対策は実施しない。



※ 南部湿地は観測期間中、9 回冠水すると仮定

※ 降雨時は日雨量 10mm 以上の降雨から 2 日間とした

図 38 降雨に伴う流量増加及び水位上昇による負荷の流入の寄与度¹⁰⁾

(ii) 流域からの栄養塩類流入抑制に関する個別目標

2006 年度以降、達古武湖では透明度の高い状態で水質が推移しており、富栄養化の指標となる T-N や T-P、Chl-a についても、アオコが発生する以前（1990 年代）とほぼ変わらない状態となっている。ただし、これはヒシが繁茂することで栄養塩類を利用し、アオコの発生を抑制していることによるもので、達古武湖及び流域が持つ富栄養化ポテンシャルは、依然高い状態が続いていると考えられる。

以上のことを踏まえ、「達古武湖の水生植物の生育環境に影響を与えている負荷を低減することにより、達古武湖のヒシ以外の水生植物が安定的に生育できる面積を増加させる」という目標を達成するため、流域からの栄養塩類流入抑制について、以下に示す個別目標を設定する。

- 降雨等に伴って流域（流域や南部湿地）から湖内に流入する栄養塩類の負荷を減少させること
- 特に対策の緊急性が高いと考えられる南部湿地から供給される栄養塩類については、水位上昇に伴って湖内に供給される窒素、リンの負荷レベルが、リファレンスサイトと同等程度になること

(iii) 栄養塩類の削減対策

「(i)基本的な考え方」に鑑み、降雨に伴う水位上昇によって南部湿地から供給される栄養塩類対策と、降雨に伴う流量増加によって流入河川から供給される負荷の負荷源である面源負荷対策について示す。

i) 南部湿地から供給される栄養塩類対策

南部湿地から供給される栄養塩類については、「水位上昇に伴って湖内に供給される窒素、リンの負荷レベルが、リファレンスサイトと同等程度になること」という個別目標を設定する。このとき、リファレンスサイトは栄養塩類の蓄積箇所による影響が小さいと考えられる達古武川の北岸の湿地に設定する（図 39）。

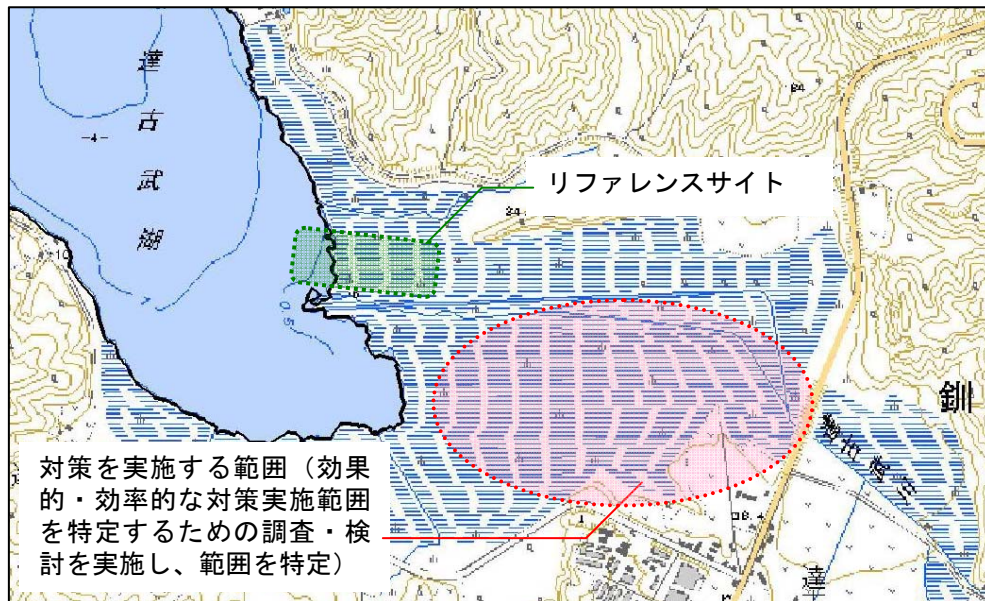


図 39 リファレンスサイトの位置

対策を実施する範囲について、既往調査（6.8.33）において栄養塩類が高濃度に蓄積されていることが明らかとなっている場所を基本とするが、効果的・効率的な対策実施範囲を特定するための調査・検討を実施した上で特定する。

また、南部湿地帯からの栄養塩類の流入は、降雨時の水位上昇による供給が主である。よって、対策の手法としては南部湿地帯から直上水に栄養塩類が溶出しないようにすることが有効と考えられるため、高濃度の栄養塩類を含む土砂を掘削により除去する、あるいは覆砂等により栄養塩類の溶出を抑える方法が考えられる。

一方で、以下に示した留意点のように、事業の実施によって周辺の環境に影響が及ぶ可能性があり、具体的な対策の検討は慎重に行う必要がある。

また、2010 年度調査の結果、少なくとも春季～秋季にかけては地盤が軟弱であり、南部湿地帯で重機を用いた作業を実施できる状況ではない。

以上から、本事業においては、地権者との調整を経たうえで、対策手法について、環境への影響、効果、安全面等から検討を行い、2013 年度以降に対策に着手する。

また、南部湿地以外での栄養塩類の蓄積地点の特定や対策の必要性に関する検討についても引き続き実施する。

対策検討にあたっての留意点

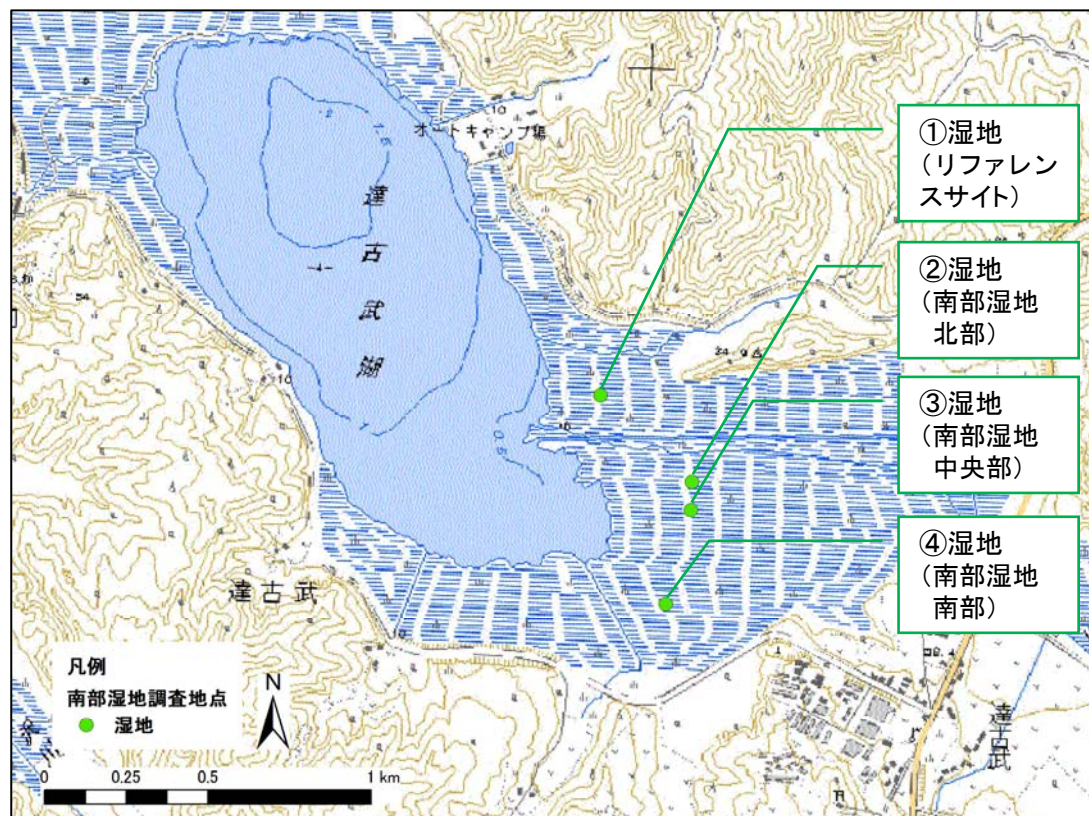
- タンチョウの生息地としての配慮が望まれること
- 掘削した場合、大きな池ができることに伴い地下水位が変化することが想定されること
- 他地域からの土砂の移送には地域外の種の移入を招く可能性があること
- 軟弱地盤であり、重機を用いるにあたっての技術的課題の検討が必要であること

【参考】2011 年度 水位上昇時の南部湿地及びリファレンスサイトの水質測定結果

2011 年度夏季～秋季にかけて、南部湿地帯から達古武湖に流入する栄養塩類の負荷量を推定するため、水位上昇時に湿地帯直上水を採水し、栄養塩類の濃度を測定した。この結果を下表に示す。

付表 2011 年度 水位上昇時の南部湿地及びリファレンスサイトの水質測定結果

測定項目	St.①湿地 (リファレンスサイト)	St.②湿地 (南部湿地北部)	St.③湿地 (南部湿地中央部)	St.④湿地 (南部湿地南部)
COD (mg/L)	11.6	21.4	21.1	49.9
T-N (mg/L)	0.74	1.27	0.92	3.53
T-P (mg/L)	0.03	0.134	0.452	0.291



ii) 面源負荷対策

(a) 農地・牧草地

達古武湖の流域では、2009 年時点で 125ha 程度の放牧地と、100ha 程度の牧草飼料畑が存在している¹⁰⁾。農地や牧草地には、作物の生産力を高めるために化学肥料や堆肥が施されるが、このうち一部は表流水等を介して移動し、あるいは土粒子に吸着した状態で達古武湖に流達する。

肥料や堆肥は特に降雨時に達古武湖に流入する負荷になる可能性が高く、対策の対象となる可能性があるが、一方で流域内の肥料や堆肥の施肥状況、家畜排泄物の移動の状態は不明である。

以上から、本事業では農地および牧草地への施肥や家畜排泄物の移動の状態に関する情報収集や現状の把握に努めるとともに、農地及び牧草地への適正な施肥や、家畜排泄物の高度な処理方法等に関する知見を集積し、釧路川水質保全協議会等の関係団体との連携のもと、流域内の農業者や畜産者等への普及啓発を図ることとする。

(b) 林地

一般的に、林地からも、降雨等に伴い主に懸濁態の状態で栄養塩類が湖沼等に流入することが知られている。そのため、自然林の保全とともに、釧路湿原達古武地域自然再生事業とも連携して、健全な森林の育成に努め、流域内の林業者等に対しては負荷の少ない森林施業に関する普及啓発を行うこととする。

(2) モニタリング及び順応的管理

1) 水生植物の生育状況把握のためのモニタリング

達古武湖内の水生植物の分布域及び生育状況を把握するため、2014 年度及び 2016 年度に、達古武湖内全域で水生植物の出現種及び種毎の分布を確認するモニタリングを実施する。

モニタリング調査の結果は、事業期間中に実施する事業内容の見直しや順応的管理に用いるものとし、特に達古武湖における水生植物の確認種が減少、あるいは顕著に生育状況が悪化した種が確認された場合には、緊急的な追加措置について検討を行う。さらに、モニタリング調査の結果は、2017 年度に実施する事業効果の評価や 2018 年度以降の事業の必要性等の検討に用いる。

2) 水生植物の生育環境把握のためのモニタリング

(i) 湖内の物理・化学環境に係るモニタリング

水位、水質、底質は水生植物の生育環境に関する基礎的なデータであり、本事業の効果や課題を把握するうえでも必要であるため、達古武湖内の水位、水質、底質の経年的な変化を追跡するモニタリング調査を行う。

モニタリング調査の結果は、事業期間中に実施する事業内容の見直しや順応的管理に用いるほか、2017 年度に実施する事業効果の評価や 2018 年度以降の事業の必要性等の検討に用いる。

表 14 湖内の物理・化学環境に係るモニタリング内容

項目	内容
水位	湖内 1 地点及び達古武橋(流入河川)1 地点で連続観測を毎年実施する
水質	- 湖内 5 地点、達古武川 1 地点、流出河川 1 地点で水質調査を毎年実施する - 達古武川 1 地点では出水時の調査も実施する - 分析項目は水生植物の生育環境として着目すべき、光環境に関する項目や、栄養塩類に関する項目とする
底質	2016 年度に、湖内 5 地点で底質に関する調査を実施する - 分析項目は、粒度組成や栄養塩類に関する項目とする

(ii) ウチダザリガニ生息状況モニタリング

達古武湖における 2003 年度、2004 年度のウチダザリガニの分布状況調査では、多数の個体が捕獲されたものの、2008 年度の観察例では湖内に生息するウチダザリガニは非常に少なく、2010 年度に実施した捕獲調査ではまったく捕獲されなかったことから、ウチダザリガニは近年、個体数が減少している可能性がある。

2010 年度時点では、ウチダザリガニの個体数は水生植物の生育に影響を与えるレベルではないと考えられるが、今後個体数が増加した場合には、水生植物の被食圧が高まり、水生植物の再生に負の影響を与える可能性がある。

そのため、達古武湖内においては定期的なモニタリングを行い、ウチダザリガニの個体数の増加が確認された場合には、年度にかかわらず駆除等の対策を実施する。

3) 事業効果把握のためのモニタリング

(i) ヒシ分布域制御の効果把握のためのモニタリング

ヒシ分布域制御の効果を把握するため、ヒシ分布域制御試験区画を含む、ヒシ分布域制御を実施する区画と対照区において、植生に関するモニタリングと水質に関するモニタリングを実施する。

植生に関するモニタリングは、ヒシ分布域制御による、ヒシ以外の水生植物の生育改善効果を把握するとともに、ヒシの抑制効果の程度を把握するもので、水質調査に関するモニタリングは、ヒシ分布域制御を行うことでアオコの発生等、水質の悪化が生じていないかを監視し、必要に応じて刈り取りの規模等の再検討を行う際の材料とするものである。

植生に関するモニタリングの結果は、事業期間中に実施する事業内容の見直しや順応的管理に用いるほか、2017 年度に実施する事業効果の評価や 2018 年度以降の事業の必要性等の検討に用いる。

また、ヒシは達古武湖の水質の安定要因の一つとも考えられることから、適正規模を超える規模でのヒシ分布域制御は、アオコの発生など、水質の悪化要因になる可能性がある。そのため、水質に関するモニタリングの結果、ヒシ分布域制御を行った区画における表層 Chl-a が、対照区における表層 Chl-a と比べて有意に高い場合には、年度にかかわらず分布域制御区画の規模に関する見直しや順応的管理を行うこととする。

(ii) 流域からの栄養塩類流入抑制の効果把握のためのモニタリング

流域からの栄養塩類流入抑制は、農地等における施肥等に関する普及啓発等を実施することとなる。この効果が発現した場合には、降雨に伴って流入する、特に懸濁態の栄養塩類の量が減少するものと考えられるが、特定地域で実施するものではないため、達古武湖の流域全体を対象に効果の把握を行う必要がある。

ここでは流域からの栄養塩類流入抑制の効果を把握するため、2016 年度に達古武湖の流入河川及び流出河川で水質・流量等に関する調査を行い、達古武湖に流入する栄養塩類の量を把握する。この際、2010 年度および 2011 年度に実施した調査（調査地点を図 29、図 30 に示す）結果との比較が可能となるよう調査地点を設定する。また、達古武湖内における土砂堆積の可能性も指摘されていることから、土砂の流入量（年間の SS 負荷量）についても把握する。

栄養塩類及び土砂の流入量の把握結果は、2017 年度に実施する事業効果の評価や

2018 年度以降の事業の必要性等の検討に用いる。

(iii) 南部湿地からの栄養塩類流入抑制の効果把握のためのモニタリング

南部湿地からの栄養塩類流入抑制に関する事業効果は、対策実施後にモニタリング調査を実施することで把握する。

モニタリング調査は、水位上昇に伴い冠水した状態で、P58 参考に示す 2011 年度の調査地点と同地点において直上水の T-N、T-P を測定し、リファレンスサイトの直上水の T-N、T-P との比較を行う。このとき、南部湿地帯の調査地点とリファレンスサイトの調査地点の地盤高は同程度であることから、両者の比流量（単位面積あたりの流量）は同程度となり、両者の直上水の T-N、T-P が同程度であることは、両者の窒素、リンの負荷レベルが同程度であることと同義である。以上から、南部湿地から供給される栄養塩類の対策に関する個別目標である「水位上昇に伴って湖内に供給される窒素、リンの負荷レベルがリファレンスサイトと同等程度となっている」かについては、リファレンスサイトの直上水の T-N、T-P と同程度となっているかによって判定し、2017 年度に実施する事業効果の評価や 2018 年度以降の事業の必要性等の検討に用いる。

(3) 達古武湖自然再生事業計画図及びモニタリング計画一覧

達古武湖自然再生事業の構成及び計画図を以下に示す（図 40、図 41）。また、対策及びモニタリングの実施スケジュールを表 15 に示す。

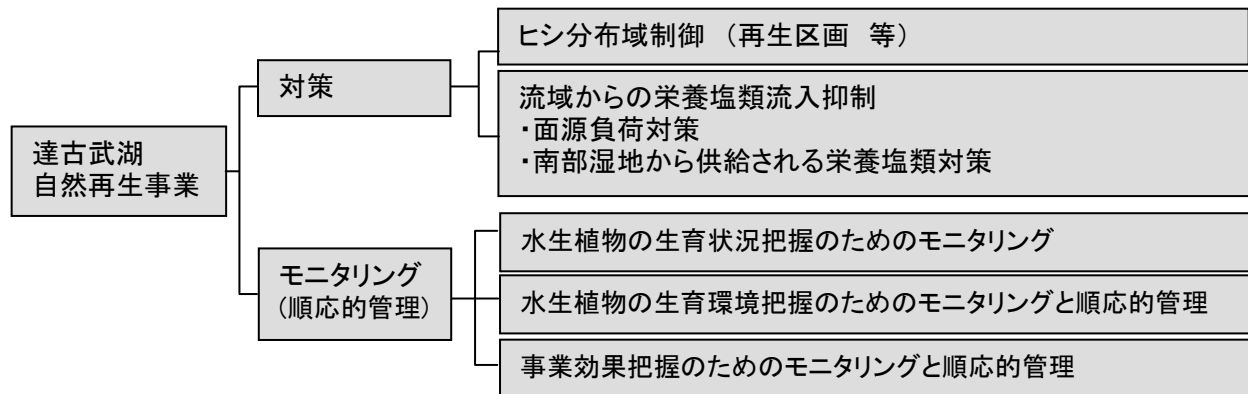


図 40 達古武湖自然再生事業の構成

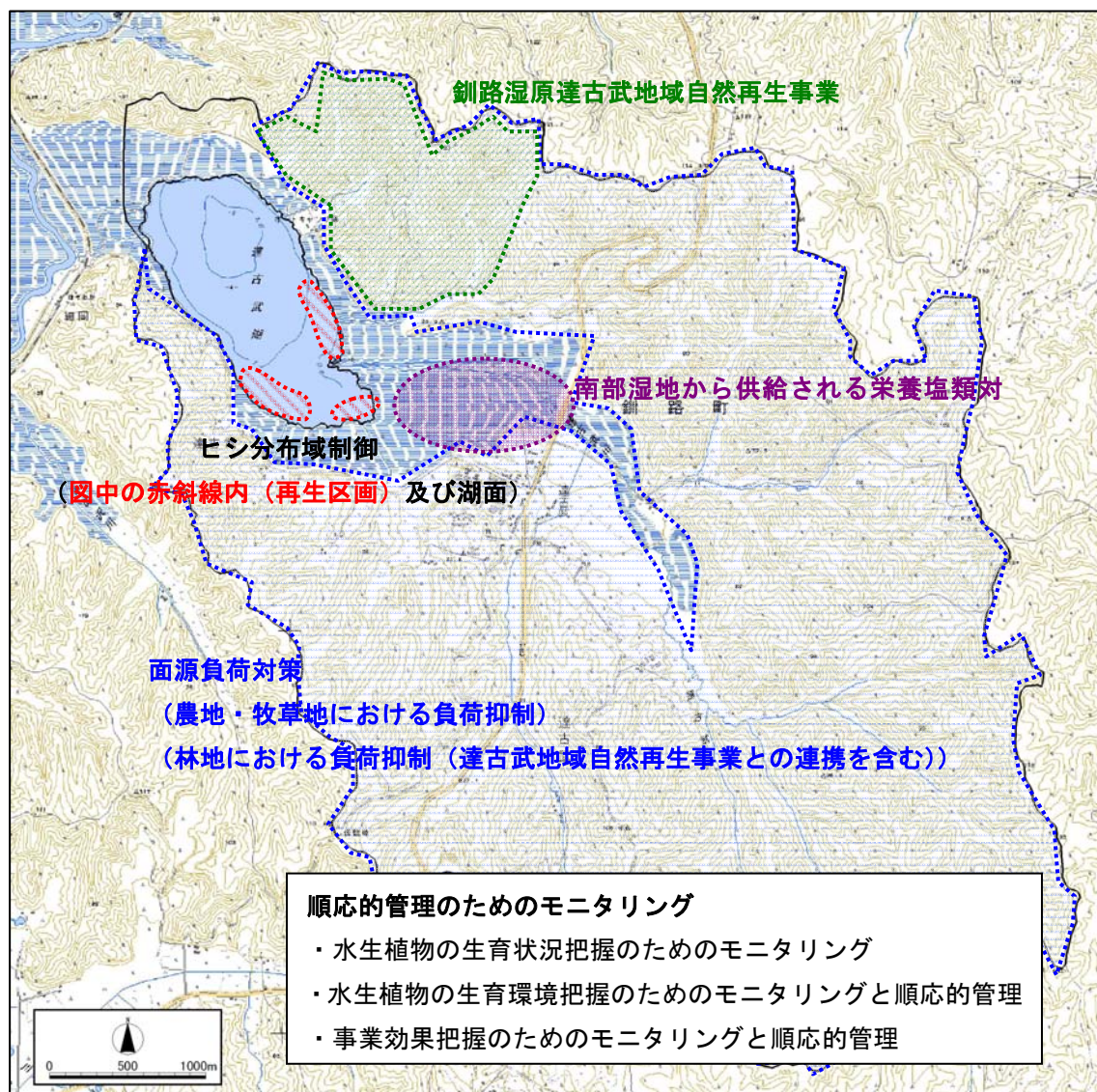


図 41 達古武湖自然再生事業計画図

表 15 達古武湖自然再生事業計画

				年度							
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
自然再生協議会等の動き	検討委員会			事業の方向性検討	計画素案とりまとめ						
	自然再生協議会（湿原再生小委員会）				検討協議、計画策定		実施状況、モニタリング結果等の検討				
ヒシ分布域制御再生区画							○	○	○	○	○
南部湿地からの栄養塩類流入抑制						調整・準備	調整・準備、施工				
農地、牧草地における負荷の少ない施肥等に関する普及啓発等				流入負荷量調査			栄養塩類の移動等に関する実態把握、普及啓発				
自然林再生事業との連携、林地における負荷の少ない事業に関する普及啓発							自然林再生事業との連携、普及啓発				
モニタリング	水生植物の生育状況把握のためのモニタリング		湖内水生植物の植生	湖内 30 地点				○		○	
	水生植物の生育環境把握のためのモニタリング	物理化学環境	湖内・河川水位	1 地点		2 地点	毎年連続観測				
			湖内・河川水質	湖内 5 地点	湖内 2 地点	湖内 5 地点	○	○	○	○	○
			湖内底質	湖内 5 地点						○	
		湖内ウチダザリガニ生息状況		12 地点（捕獲できず）			定期的に実施				
	事業効果把握のためのモニタリング	ヒシ分布域制御	ヒシ分布域制御区画の植生	代表区画 7、9 月			○	○	○	○	○
			ヒシ分布域制御区画の水質	代表区画 7、9 月			○	○	○	○	○
		流域からの栄養塩類流入抑制	河川水位・水質・流量→負荷量調査	平水時 5 回、出水時 3 回	融雪期 1 回	平水時 4 回、出水時 3 回				○	
		南部湿地からの栄養塩類流入抑制	南部湿地直上水水質→負荷量調査	地盤調査	水位上昇時 1 回、平水時 1 回		施工後にモニタリングを実施する				

第6章 実施にあたって配慮すべき事項

6.1. 情報の公開と市民参加

本事業の実施にあたっては、情報の公開と説明を十分に行い、透明性を保つようにするほか、地域住民や達古武湖をとりまく事業者などさまざまな人々の意見を取り入れ、必要に応じて計画を見直し、合意を得ながら進める。

また、自然再生事業においては、事業が同時に環境教育の場となることの重要性が謳われている。そのため、市民に対して自然環境や自然再生に触れる機会を提供し、自然環境や自然環境調査に関心を持ち、自ら自然再生に参加・行動する市民を発掘・育成できるように、事業の体験型環境プログラムを企画・実施するほか、本事業における対策やモニタリングへの市民等多様な主体の参画について検討を行う。特に、キャンプ場の周辺等において設定する、市民参加のもとヒシ分布域制御を実施するためのエリアにおいては、多くの市民との協働によるヒシ分布域制御を実施する。

これらの体験型環境プログラムの企画・実施等については、再生普及小委員会と連携を取りつつ実施する。

6.2. 他の取組との関係

(1) 達古武地域内での連携

本事業の実施にあたっては、栄養塩類対策としての林地での対策も重要である。そのため、達古武地域で別途実施されている「釧路湿原達古武地域自然再生事業」と連携し、円滑な事業実施に努めるものとする。

また、自然再生事業に限らず自然環境に配慮した取組は、地方自治体、NPO や民間企業においても実施されており、これらの地域内で活動を実施している諸組織とも連携して事業を実施する。

(2) 釧路湿原流域全体との関係

他地区において行われる予定の自然再生の取組との連携を保ち、流域の自然再生に効果的に貢献できるように努める。

6.3. 計画の見直し等

本計画は、実施者が必要に応じて見直しを実施するとともに、モニタリング結果を踏まえた上で 2017 年度において 2018 年度以降の事業の必要性等に関する検討を行う。

【引用文献・参考文献】

- 1) 環境庁自然保護局（1993）：第4回自然環境保全基礎調査湖沼調査報告書
- 2) 環境省（2012）：「第4次レッドリストの公表について」
- 3) 外山正博、大滝末男（1994）：日本におけるヒンジモの分布,水草研究会報, No.54, p23-31
- 4) 角野康郎（2007）：達古武沼における過去30年間の水生植物相の変遷, 陸水学会誌, Vol.68, p105-108
- 5) 国土地理院（2005、2006）：1:10,000 湖沼図 塘路湖・達古武湖
- 6) 環境省釧路自然環境事務所・株式会社ズコーシャ（2009）：平成20年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
- 7) 株式会社野生生物総合研究所（2005）：平成16年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
- 8) 環境省釧路自然環境事務所・いであ株式会社（2010）：平成21年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
- 9) 環境省釧路自然環境事務所・いであ株式会社（2011）：平成22年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
- 10) 環境省釧路自然環境事務所・いであ株式会社（2012）：平成23年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
- 11) 北海道（2001）：北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック2001
- 12) 環境庁（1991）：自然環境保全基礎調査 湖沼調査 第4回調査
- 13) 高村典子・中川恵・若菜勇・五十嵐聖貴・辻ねむ（2007）：達古武沼の水質特性および水質分布に影響する要因について, 陸水学会誌, Vol.68, p81-95
- 14) Noriko Takamura, Yasuro Kadono, Michio Fukushima, Megumi Nakagawa and Baik-H. O. Kim（2003）：Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes, Ecological Research, Vol.18, No.4, p381-395
- 15) 環境省自然環境局東北海道地区自然保護事務所・株式会社野生生物総合研究所（2004）：平成15年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
- 16) Erik Jeppesen, Martin Sondergaard, Morten Sondergaard, Kirsten Christoffersen（1998）：Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes（Ecological Studies）, Springer
- 17) Young Sang Ahn, Shigeru Mizugaki, Futoshi Nakamura, Yugo Nakamura（2006）：Historical change in lake sedimentation in Lake Takkobu, Kushiro Mire, northern Japan over the last 300 years, Geomorphology, 78, p321-334
- 18) 上野洋一・石川靖・三上英敏（2007）：釧路湿原達古武沼における有機物堆積に影響を与える環境要因, 陸水学会誌, Vol.68, p97-103
- 19) 環境省釧路自然環境事務所（2009）：釧路湿原達古武地域 環境学習プログラム集
- 20) 針生勤・仲島広嗣・高村典子（2007）：達古武沼と周辺河川における魚類の分布特性と生息状況, 陸水学会誌, Vol.68, p157-167
- 21) 環境省（2013）：「第4次レッドリストの公表について（汽水・淡水魚類）」
- 22) 生方秀紀・倉内洋平（2007）：トンボ成虫群集による湖沼の自然環境の評価—釧路湿原達古武沼を例に一, 陸水学会誌, Vol.68, p131-144
- 23) 伊藤富子・大高明史・上野隆平・栗原康裕・生方秀紀・堀繁久・伊藤哲也・蛭田眞一・富川光・松本典子・北岡茂男・富樫繁春・若菜勇・大川あゆ子（2005）：釧路湿原達古武沼の水

-
- 生大型無脊椎動物相, 陸水学会誌, Vol.66, p117-128
- 24) 中川恵・高村典子・金白虎・辻ねむ・五十嵐聖貴・若菜勇 (2007) : 達古武沼における植物プランクトンの季節変化と水平分布, 陸水学会誌, Vol.68, p109-121
- 25) 五十嵐聖貴・高村典子・中川恵・辻ねむ・若菜勇 (2007) : 釧路湿原達古武沼における動物プランクトンの季節変化と水平分布, 陸水学会誌, Vol.68, p123-129
- 26) 岩熊敏夫, 土谷岳令 (1986) : 生育期のヒシによる湖水からの栄養塩除去の実験的研究, 国立公害研究所研究報告, 96:101-125
- 27) 國井秀伸 (1988) : ヒシの埋土種子の寿命と発芽能島根大学理学部紀要 22 巻, p83-91
- 28) 福島武彦・武田康裕・尾崎則篤 (2000) : ため池における水質と浮葉植物の繁茂状況の関係, 水環境学会誌, 23 巻 11 号, p721-725
- 29) 天野邦彦, 時岡利和 (2006) : 印旛沼における底泥巻き上げ, 湖底の光環境と水生植物との相互関係, 水工学論文集, 50 巻, p1321-1326
- 30) 環境省自然環境局 : 特定外来生物の解説ウチダザリガニ
(<http://www.env.go.jp/nature/intro/outline/list/L-kou-02.html>)
- 31) 川井唯史, 中田和義, 小林弥吉 (2002) : 日本における北米産ザリガニ類 (タンカイザリガニとウチダザリガニ) の分類および移入状況に関する考察, 青森自然誌研究, 7 号, p59-71
- 32) Usio N・中田和義・川井唯史・北野聡 (2007) : 特定外来生物シグナルザリガニ (*Pacifastacus leniusculus*) の分布状況と防除の現状, 日本陸水学会誌, Vol68, p471-482
- 33) 三上英敏・石川靖・上野洋一 (2007) : 達古武川上流部湿地帯における水環境特性, 陸水学会誌, Vol.68, p65-80