

達古武湖自然再生事業

事業成果まとめ

環境省 北海道地方環境事務所
釧路自然環境事務所

目次

1	事業内容	1
1.1	事業の目標	1
1.2	事業実施期間	2
1.3	事業の構成	2
1.4	事業実施状況	2
2	事業実施結果	4
2.1	水生植物の生育状況把握のためのモニタリング	4
1)	湖内水生植物の植生	4
2)	ヒシ分布状況	4
2.2	水生植物の生育環境把握のためのモニタリング	7
1)	湖内・河川の水位	7
2)	湖内・河川の水質	8
3)	湖内の底質	12
4)	湖内の土砂等堆積	14
5)	ウチダザリガニ生息状況	15
2.3	ヒシ分布域制御およびモニタリング	16
1)	ヒシ分布制御	17
2)	ヒシ分布域制御区画の植生	19
3)	ヒシ分布域制御区画の水質	22
2.4	流域からの栄養塩類流入抑制およびモニタリング	24
1)	面源負荷対策	24
2)	栄養塩類の物質収支	24
3)	栄養塩類の負荷流入特性	26
4)	達古武湖の富栄養化ポテンシャル	29
5)	南部湿地から供給される栄養塩類対策	30
6)	南部湿地土壌撤去効果把握のための水質モニタリング	31
2.5	その他対策検討	32
3	事業成果の整理・評価	36

1 事業内容

1.1 事業の目標

本事業では、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、このあるべき姿に少しでも近づけるよう、以下に示す目標を設定した。

【達古武湖自然再生事業の目標】

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

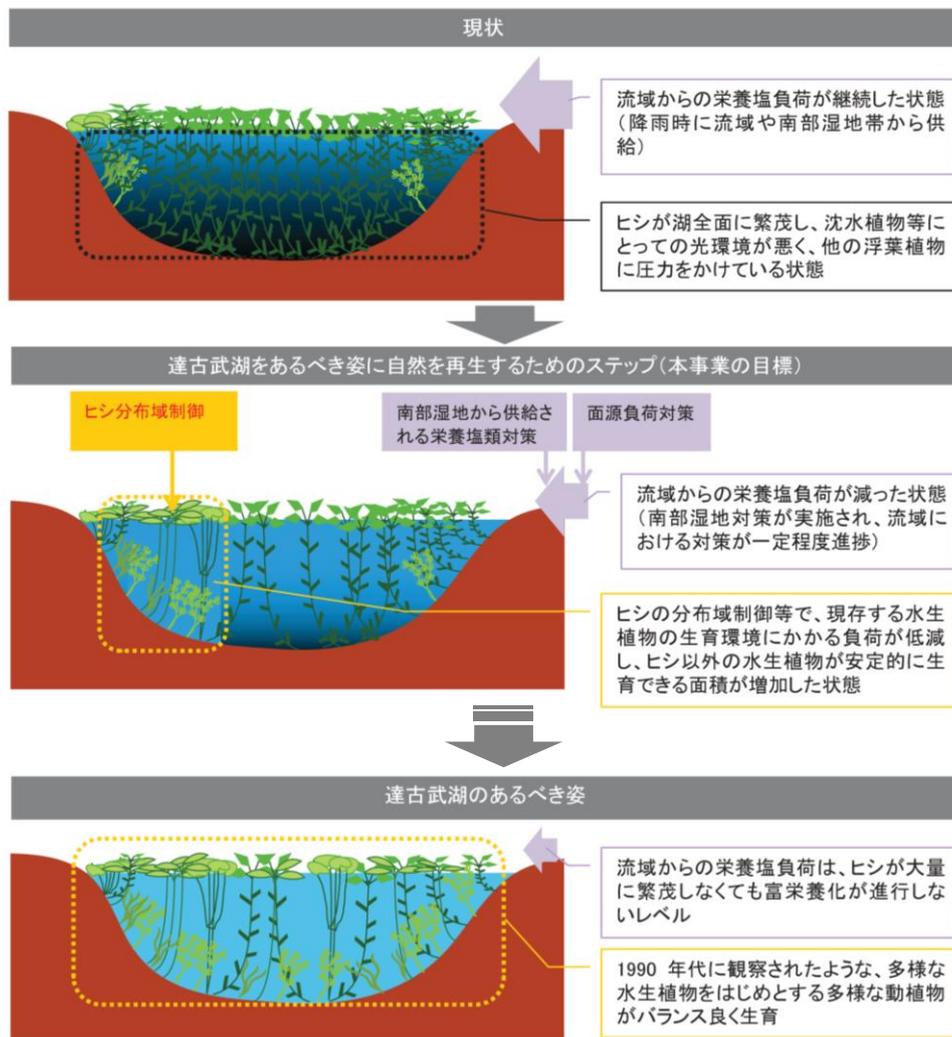


図 1 達古武湖自然再生事業の目標(水生植物回復のシナリオ)

(※「達古武湖自然再生事業実施計画」(環境省 2013)より引用)

1.2 事業実施期間

本事業は、2013年度～2017年度に第1期、2018年度～2022年度に第2期、2023年度に第3期事業を実施した。

1.3 事業の構成

(1) 対策

本事業では、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みとして、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)が実施されている。

各対策の個別目標は、以下に示すとおりである。

【ヒシ分布域制御に関する個別目標】

- 第1期目標 ・ 3つの再生エリア(南西岸、南岸、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。
- 第2期目標 ・ 上記再生エリアのうち、2エリア(南西岸、東岸エリア)において、ネムロコウホネやヒツジグサの浮葉植物をはじめとする、ヒシ以外の水生植物群落が安定的に生育する状況が維持されること。
 - ・ 南部エリア(新規)において、ホザキノフサモやホソバミズヒキモ、エゾヤナギモ等の沈水植物をはじめとする、ヒシ以外の水生植物群落安定的に生育する範囲が拡大し、維持されること。

【流域からの栄養塩類流入抑制に関する個別目標】

- 第1期・2期目標 ・ 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。

(2) モニタリングおよび順応的管理

モニタリングは、水生植物の生育状況、水生植物の生育環境および事業効果の把握を目的とした調査が実施されている。

これらの調査結果は、事業内容の見直しや順応的管理に反映するほか、事業効果の評価や次期事業の必要性等の検討材料に用いることとされている。

1.4 事業実施状況

本事業のこれまでの実施状況および実施計画は、表1(p3)に示すとおりである。

表 1 達古武湖自然再生事業の実施状況および実施計画

		事業着手前			第1期					第2期				第3期							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
		H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9		
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)		検討協議計画追記		実施状況、モニタリング結果等の検討					検討協議計画追記	実施状況、モニタリング結果等の検討				検討協議計画追記	実施状況、モニタリング結果等の検討					
対策	ヒシ分布域制御	浮葉植物再生区画				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		
		沈水植物再生区画				-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○		○	○	○	
	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					栄養塩類の移動等に関する実態把握、普及啓発				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施業に関する普及啓発					自然林再生事業との連携、普及啓発					自然林再生事業との連携、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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	
			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						○					○					○	
	湖内のウチダザリガニ生息状況			12地点			○	○	○	○	○	○	○	○		2003・2004年調査と同じ手法で実施					
	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					○							湿地内の水質調査等の追加対策を検討				
	実施にあたって配慮すべき事項	情報公開と市民参加		情報の公開と説明				○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	
市民との協働によるヒシ分布域制御		市民との協働による				○	○	○	○	○	○	○	中止								

※2021年の市民との協働によるヒシ分布域制御(ヒシ刈りイベント)は、新型コロナウイルス蔓延防止対策により中止

2 事業実施結果

2.1 水生植物の生育状況把握のためのモニタリング

1) 湖内水生植物の植生

達古武湖では、表 2(p5)に示すとおり、これまでの調査で 15 科 29 種の水生植物が確認されている。アオコの発生が確認される 2000 年代初頭までの調査では、ネムロコウホネやセンニンモ等、20 種以上の水生植物が確認されていた¹⁴⁾。

しかし、それ以降は、確認種数は減少し、2010 年以降の調査ではカラフトグワイやナガバエビモ、セキショウモ等、それまで確認されていた 9 種の水生植物が確認されなくなった。ヒツジグサやフサモ、タヌキモ、エゾヤナギモ、ウキクサ等についても、現在の生育個体数は非常に少なくなっている。

2) ヒシ分布状況

ヒシは、達古武湖において水生植物調査が開始された 1976 年頃は、湖内に小規模に群落が生息する程度であった。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、図 2(p6)に示すとおり、2000 年代に入ると、東側の水域を中心にヒシ群落が目立つようになり、2004 年調査時には、沈水植物は激減し、ヒシは達古武湖の水生植物全体の現存量の約 80%を占めるようになった。2007 年のヒシ分布域調査では、ヒシが湖全面の 55%を占め、2008 年以降はほぼ全面を覆う状況となった。

表 2 達古武湖における水生植物確認状況^{14,23~36}

科	種	確認年																				達古武湖における生育型 ^{注4}	希少性等 ^{注5}		
		1975/1976	1991	2000/2003	2004	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 ^{注3}	2023 ^{注3}		環境省 RL	北海道 RDB	
ウキゴケ	イチョウウキゴケ						○																浮遊	NT	
アオミソウ	マリモ			○																			—	CR+EN	
シャジクモ	カタシャジクモ	○	○																				沈水	CR+EN	
	シャジクモ属の一種					○																	沈水	(CR+EN)	
	フラスコモ属の一種								○		○	○	○	○				○	○	○	○		沈水	(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		R
ミゾハコベ	ミゾハコベ	○	○																		○		沈水		
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
オモダカ	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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		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	VU	En
	ウキクサ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		浮遊		
ミクリ	エゾミクリ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		沈水		R
確認種数 (シダ植物以上の高等植物のみ)		23	23	21	16	17	17	16	13	9	12	12	11	15	10	9	11	10	11	12	16	—	8	9	
(合計)		24	24	22	16	18	18	16	14	9	13	13	12	16	10	9	11	11	12	13	17	—	13	9	

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していない。
 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. 任意確認を含め、現地調査で確認された種を記載。
 4. 生育型は以下の文献を参考とし、達古武湖において見られる代表的な型を記載。
 ・「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
 5. 希少性等は以下のとおりである。
 ①「環境省レッドリスト2020の公表について」
 CR+EN：絶滅危惧Ⅰ類、絶滅の危機に瀕している種
 CR：絶滅危惧ⅠA類、ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
 EN：絶滅危惧ⅠB類、ⅠA類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの
 VU：絶滅危惧Ⅱ類、絶滅の危険が増大している種
 NT：準絶滅危惧、存続基盤が脆弱な種
 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。
 ②「北海道の希少野生動物植物 北海道レッドデータブック2001」(北海道、2001年8月)に記載されている種
 Cr：絶滅危機種、絶滅の危機に直面している種または亜種
 En：絶滅危惧種、絶滅の危機に瀕している種または亜種
 Vu：絶滅危惧種、絶滅の危機が増大している種または亜種
 R：希少種、存続基盤が脆弱な種または亜種
 ③「平成20年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書」(2009年3月)において「水環境再生の目標」に掲げられた種

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	絶滅危惧種
NT	準絶滅危惧	R	希少種

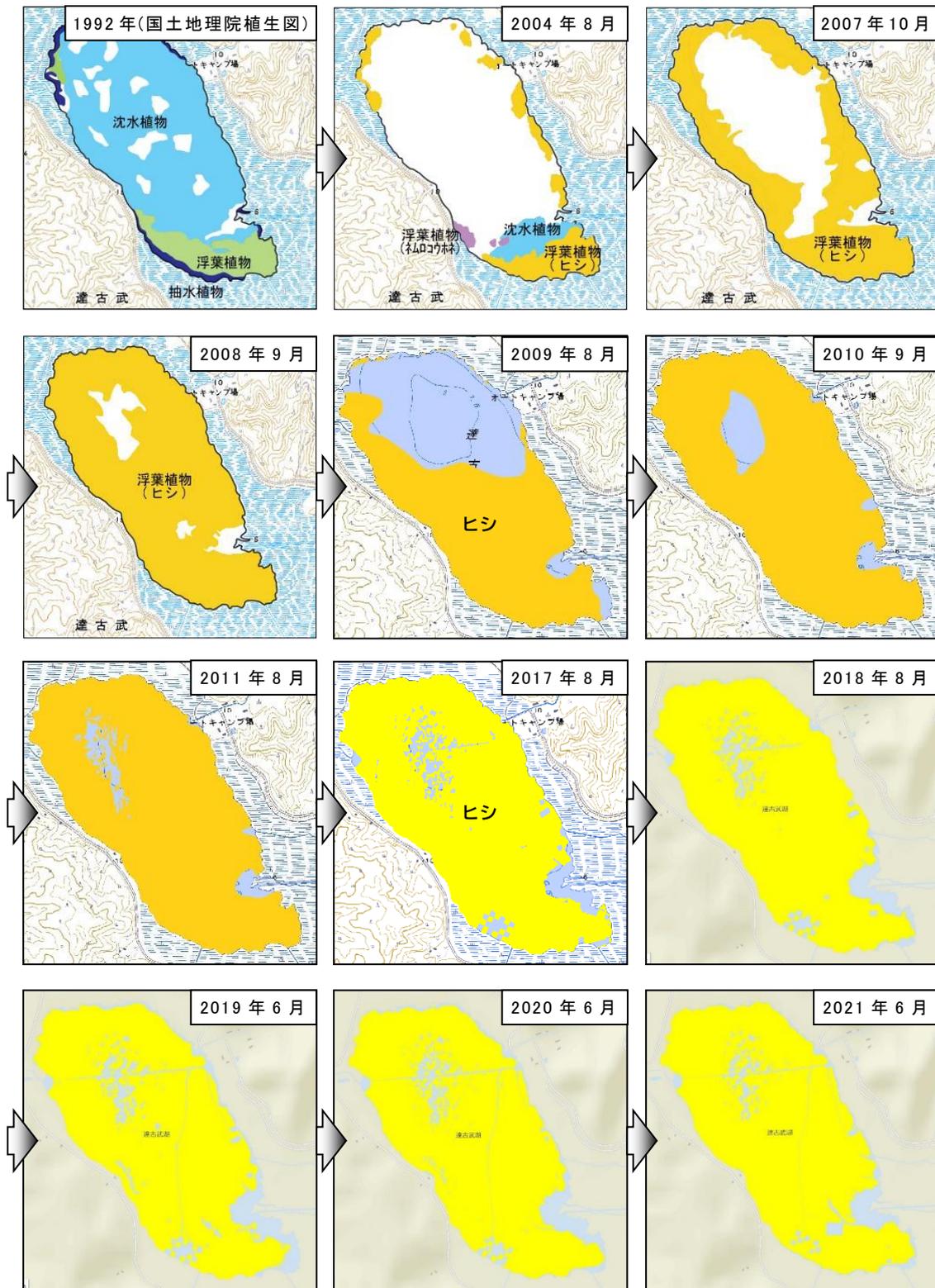


図 2 達古武湖におけるヒシの分布状況の変遷 (11, 23~26, 32~36)

2.2 水生植物の生育環境把握のためのモニタリング

1) 湖内・河川の水位

達古武川(達古武橋)および達古武湖(オートキャンプ場カヌーポート)の経年水位変動は図 3 に示すとおりである。

過去 10 年で見ると、降雨量は 2016 年が最も多く、達古武川や達古武湖の水位も最も高かった。2020 年と 2021 年は、夏季雨量が少なく、湖水位は最低レベルであった。

達古武湖の年間水位変動幅は 0.80m~1.93m で、経年変動幅は 2.48m であった。また、湖水位は釧路川の水位と連動しており、高水位時は逆流している可能性も考えられる。

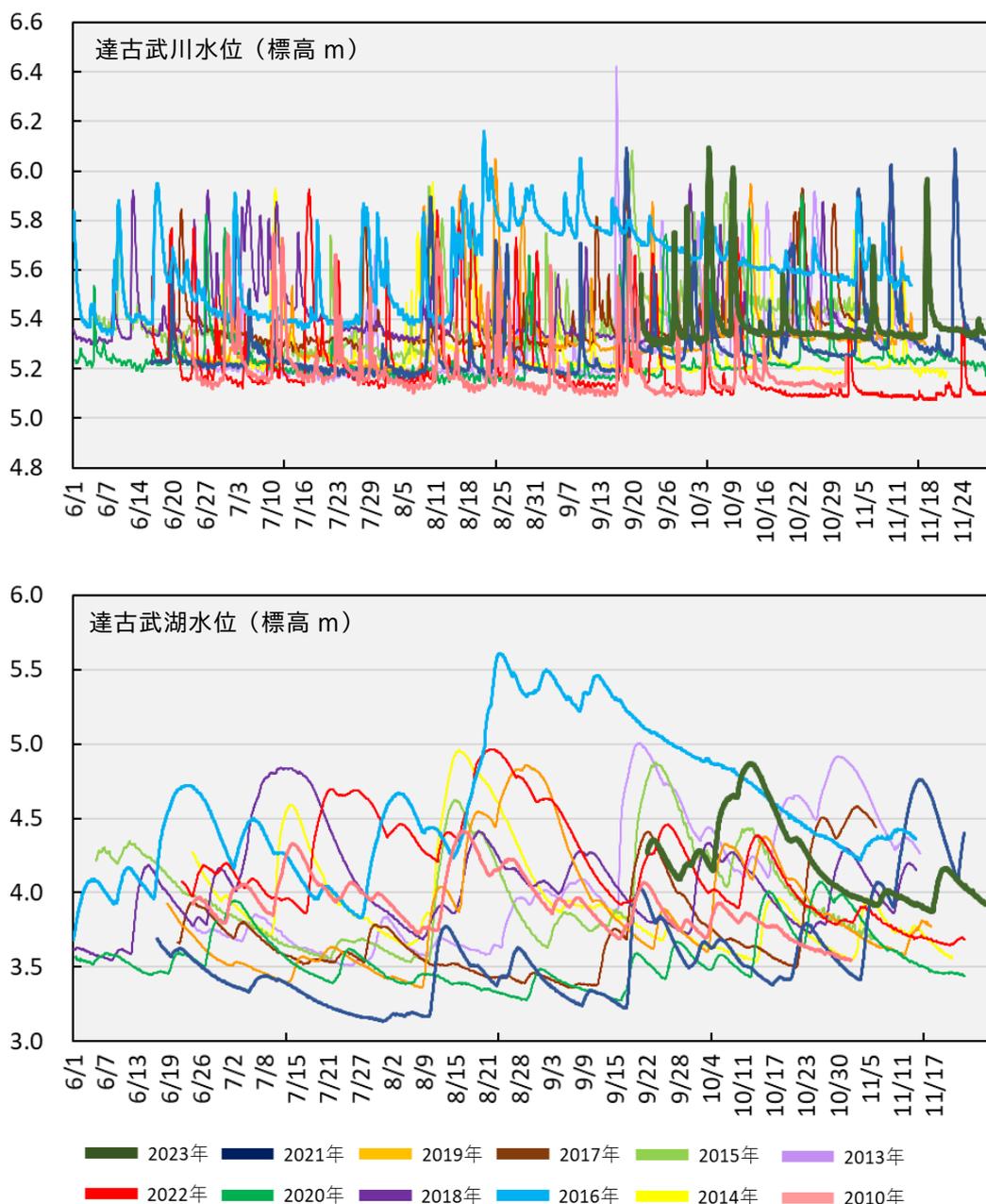
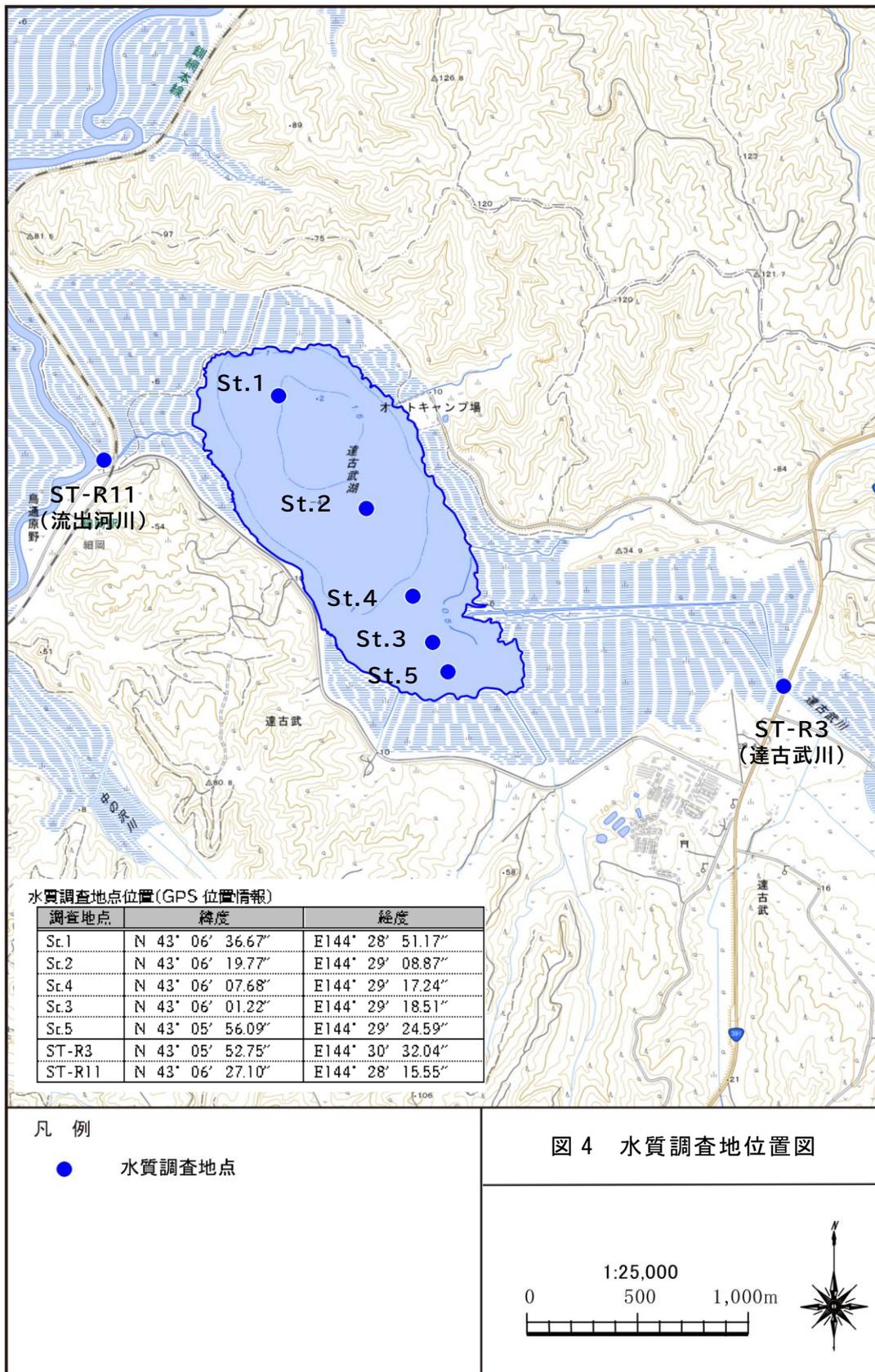


図 3 達古武川および達古武湖の経年水位変動

2) 湖内・河川の水質

調査地は、図4に示すとおり、湖内に5地点(St.1~St.5)と、流入河川および流出河川にそれぞれ1地点(ST-R3、ST-R11)設定した。



達古武湖および達古武川等の水質の経年変化は、図 6～図 8 (p9～p11) に示すとおりである。

COD は、2006 年～2022 年では 6.3～26.6mg/L を推移していた。環境省が定める天然湖沼の水質基準と比較すると、B 類型(水産 3 級：コイ・フナ等の富栄養湖型水域の水産生物用)を超える濃度であった。

T-N は、0.18～2.80mg/L で推移していた。天然湖沼の水質基準と比較すると、「IV 類型」(水産 2 種：ワカサギ、およびコイ・フナ等の水産生物用)を超える濃度であった。

T-P は、0.027～0.422mg/L で推移していた。T-P も天然湖沼の水質基準「IV 類型」を超える濃度であった。

Chl-a は、0.003～256.76 μ g/L で推移していた。Chl-a はアオコ発生の指標であり、一時的にアオコ発生(水色が青色に変化)のレベルの 80 μ g/L を超える時はあるが、2006 年以降現地では目視では確認されていない。

なお、同じ釧路湿原東部湖沼群の一つであるシラルトロ湖で、2007 年～2008 年におこなわれた水質調査では、T-N は 0.3～4.7mg/L、T-P は 0.1～1.0mg/L であった²²⁾。

また、本事業着手前の 5 年間(2008 年～2012 年)と直近 5 年間(2018 年～2022 年)の平均値で比較した(図 5)。

有意差はなかったが、T-N はどの地点も直近 5 年間の方が低かった。T-P は、St. 1 と St. 2 では低かったが、St. 3～St. 5 では同程度か直近 5 年間の方が高かった。

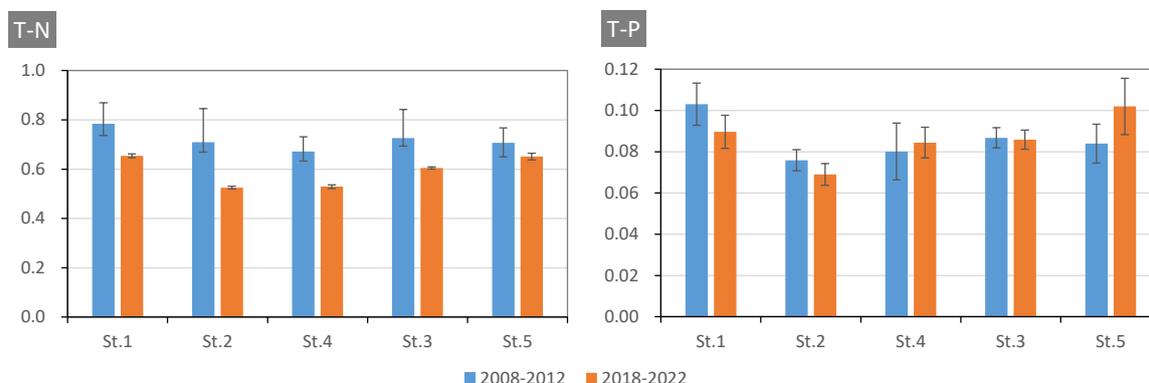


図 5 本事業着手前と直近 5 年間の水質比較(左：T-N、右：T-P)

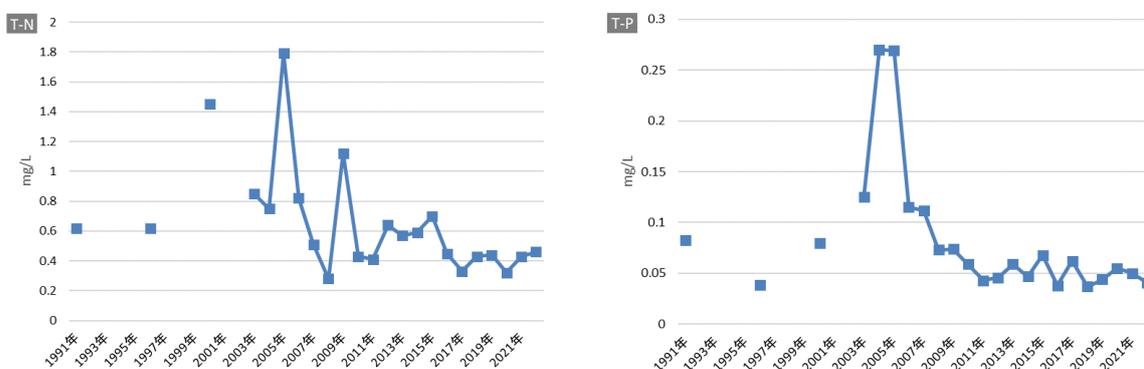


図 6 達古武湖 St.2 における水質の経年変化(左：T-N、右：T-P)

※1991 年～2000 年のデータは 6 月、2003 年以降は 8 月に採水した結果を使用。

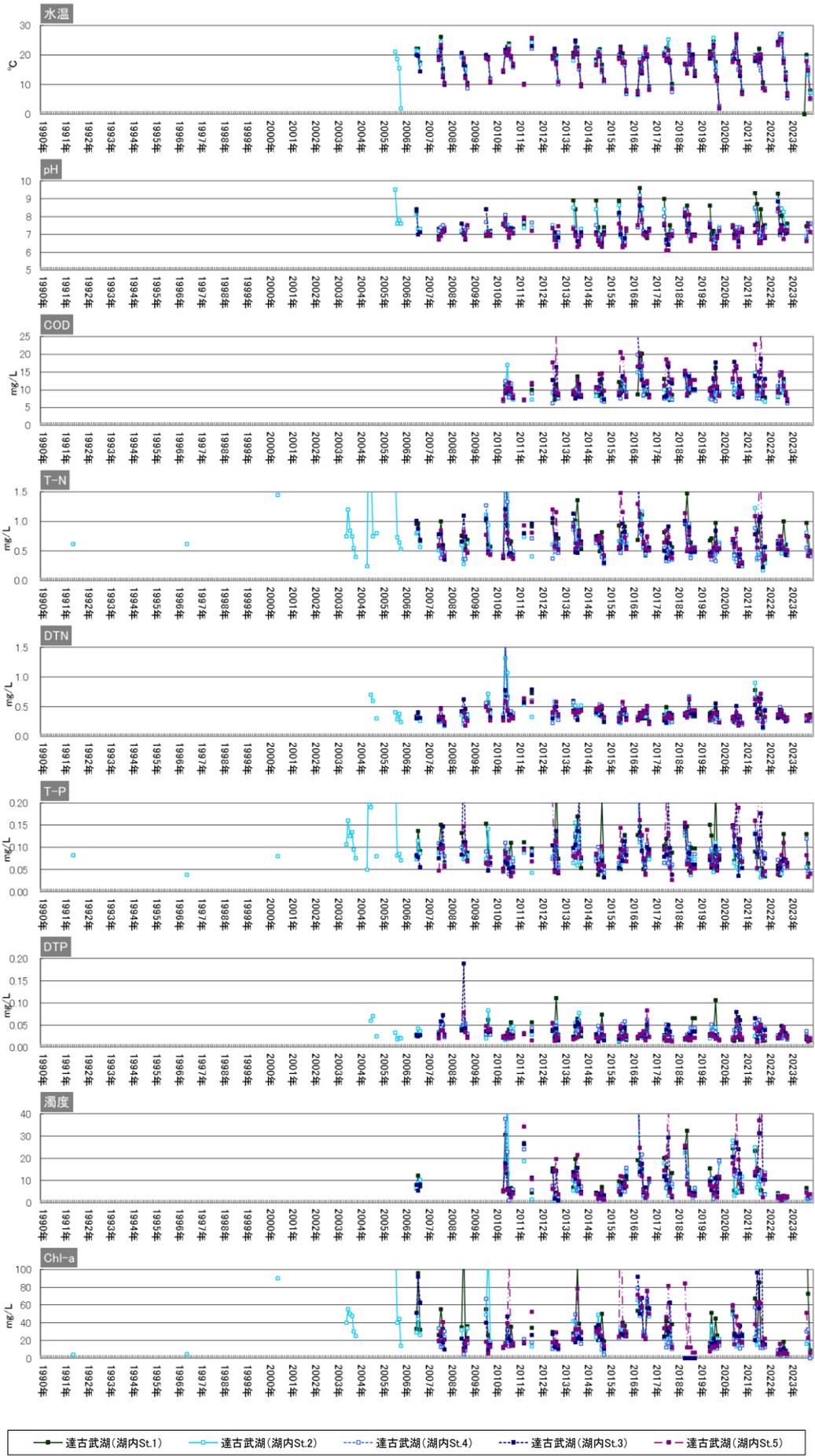


図 7 達古武湖における水質の経年推移 (32~36)

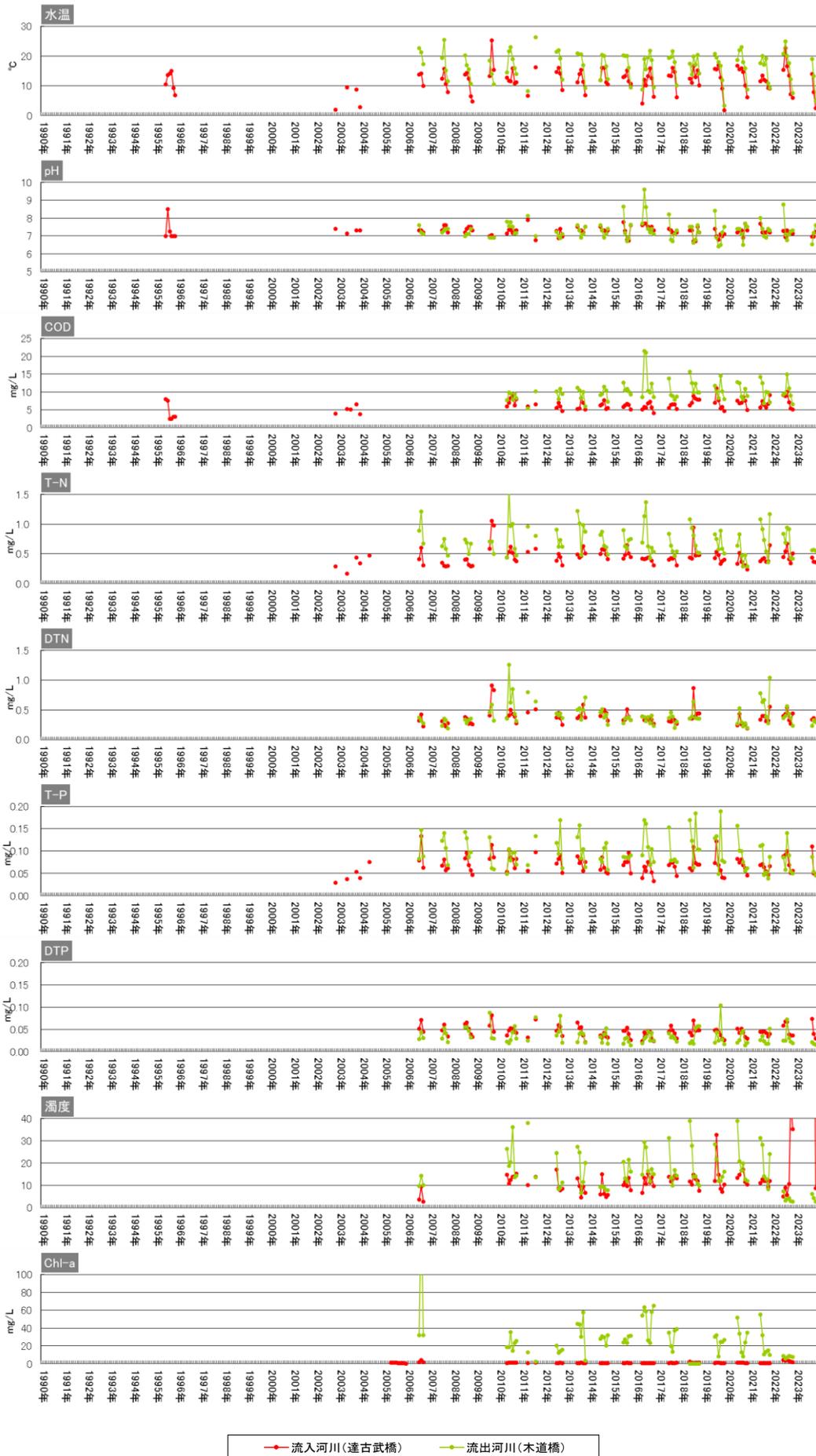


図 8 達古武川等における水質の経年推移 ^{32~36)}

3) 湖内の底質

底質に関する調査は、2010年、2016年、2021年に実施されている（調査地点は水質調査と同じ）。

湖底の粒度組成は、図9に示すとおり、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と粘土分を大部分を占めていた。2016年以降は、どの地点も砂分と礫分が少量の割合で見られるようになった。

底質については、図10に示すとおり、CODと強熱減量は3カ年とも南部の地点（St. 3、St. 5）ほど高い傾向が見られたが、T-NとT-Pについては、年の経過に伴う増減等の傾向は見られなかった。

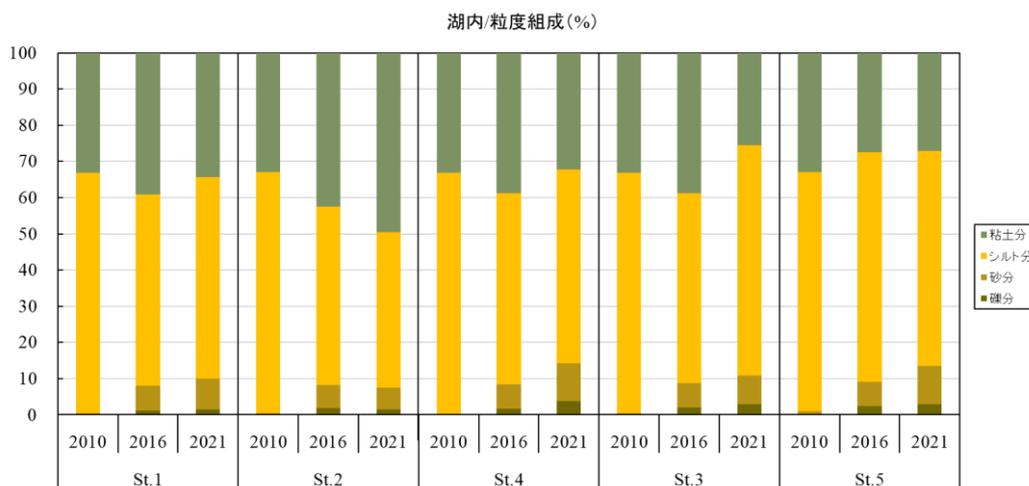


図9 達古武湖湖底の粒度組成の経年変化³⁶⁾

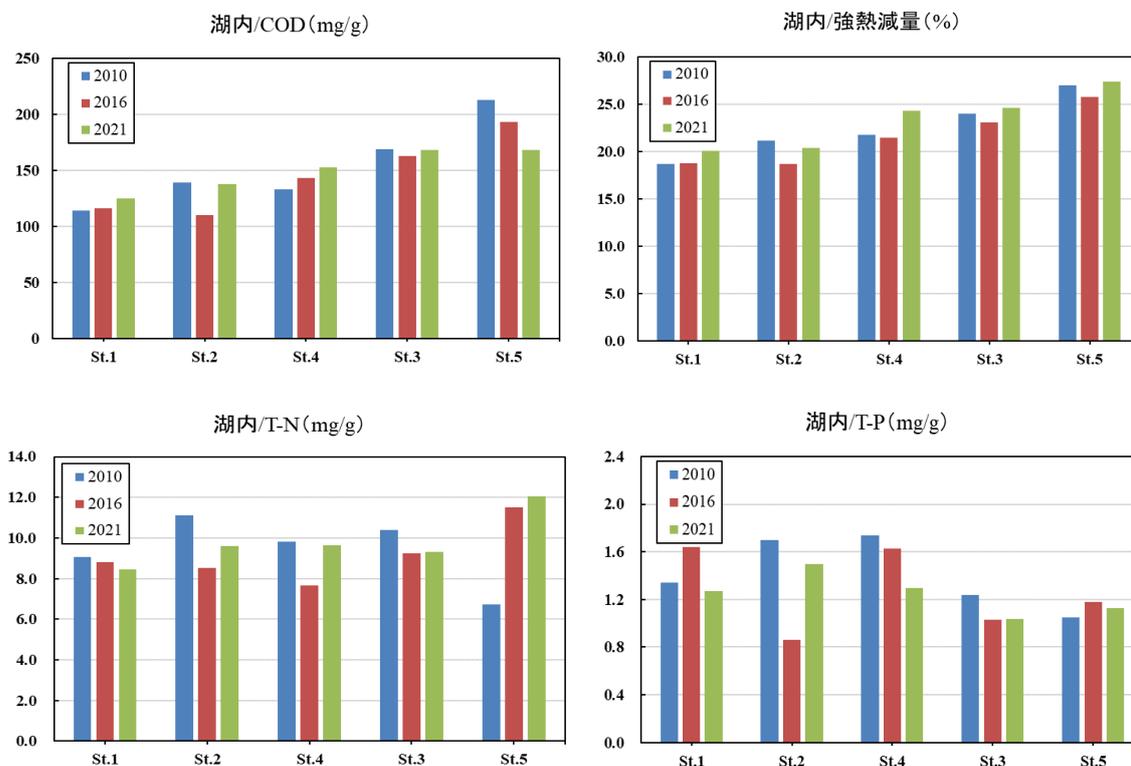


図10 達古武湖湖底の底質の経年変化³⁶⁾

2010年には、柱状採泥内の植物枯死体の含有状況が調査された。7月や8月に採取された底泥にはヒシの植物片はほとんど確認されなかったが、10月の採泥にはヒシの実や水中根等が原形のまま確認された(図 11)。10月の植物片は当年生のヒシのものであり、当年の枯死体は翌夏にはほとんどが分解されるか、達古武湖から流出しているものと考えられた。



図 11 湖中央部における柱状採泥状況 (2010年7月)²⁵⁾

2020年と2021年には、達古武湖内5地点と達古武川(達古武橋および上流4地点)における底質の窒素および炭素の安定同位体比分析がおこなわれた。安定同位体比の散布図は、図 12 に示すとおりである。

2020年の分析結果では、達古武川(達古武橋)において、窒素同位体比で高い値が示されたことから、家畜糞尿等の動物性窒素が供給されている可能性が示唆された。

2021年の結果では、湖内底質、河川底質、河岸土質の同位体比はおおよそ同じ範囲に分布しており、流域からの動物性窒素の供給源がある可能性は低いと考えられた。

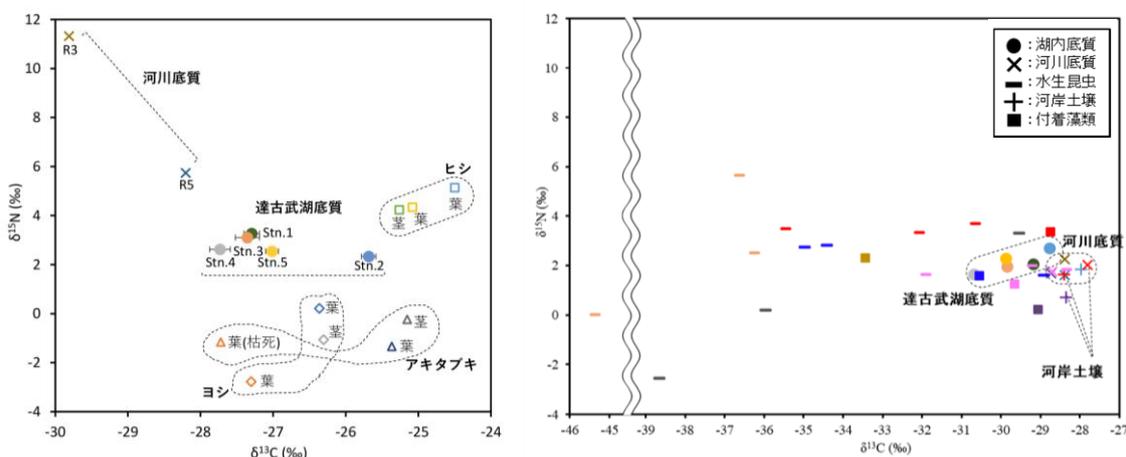


図 12 底質中の炭素・窒素安定同位体比分析結果 (左: 2020年、右: 2021年)^{35, 36)}

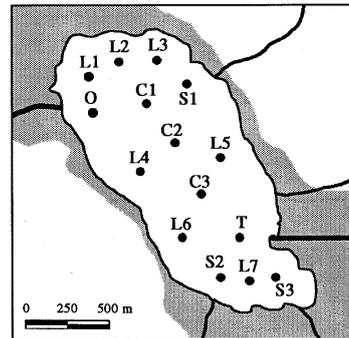
4) 湖内の土砂等堆積

湖内の土砂等堆積について、2004年に実施した¹³⁷Cs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した。

1694～1739年、1739～1898年、1898～1963年、1963～2004年の堆積量は表3のとおり、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。

表3 達古武湖の土砂堆積量の推定¹²⁾

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



2009年と2018年に実施された深度分布調査では、達古武湖の北側に最深部があり、達古武川の河口部とオートキャンプ場付近は、他の地点に比べて水深が浅くなっていた。最深部の水深は、2009年は約2.5m、2018年は約2.2mであった(湖内水位は年変動や季節変動があるため、直接比較はできない)。

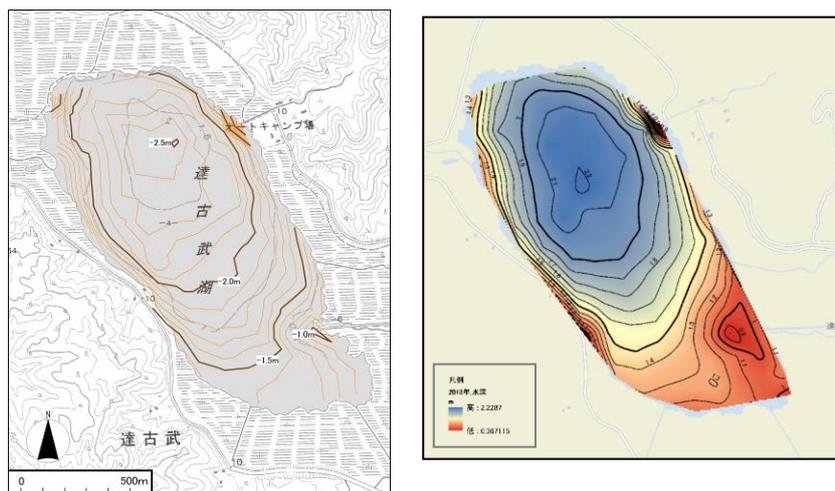


図13 湖内深度分布調査結果(左:2009年、右:2018年)^{24, 36)}

道央地方のウトナイ湖では、水位低下による沈水植物の増加が報告されていることから²¹⁾、達古武湖における今後の水生植物生育状況の動向は、湖の深度状況と合わせて把握することが重要と考えられる。

5) ウチダザリガニ生息状況

特定外来生物のウチダザリガニは、ニホンザリガニとの巣穴を巡る競合のほか、魚類や底生生物だけでなく水草も採食し、生態系を攪乱している可能性が高いことが懸念されている。

達古武湖に生息する個体の胃内容物調査では、多くの個体で植物の割合が高いという結果が得られた⁹⁾。また、シラルトロ湖に設置した閉鎖区域内(3m×2m)での実験では、60日後には区域内の沈水植物が一扫されたとの結果が報告されている¹⁰⁾。

2003年と2004年の生息状況調査では、達古武湖の湖岸と河川を中心に229個体が捕獲された(図14)。

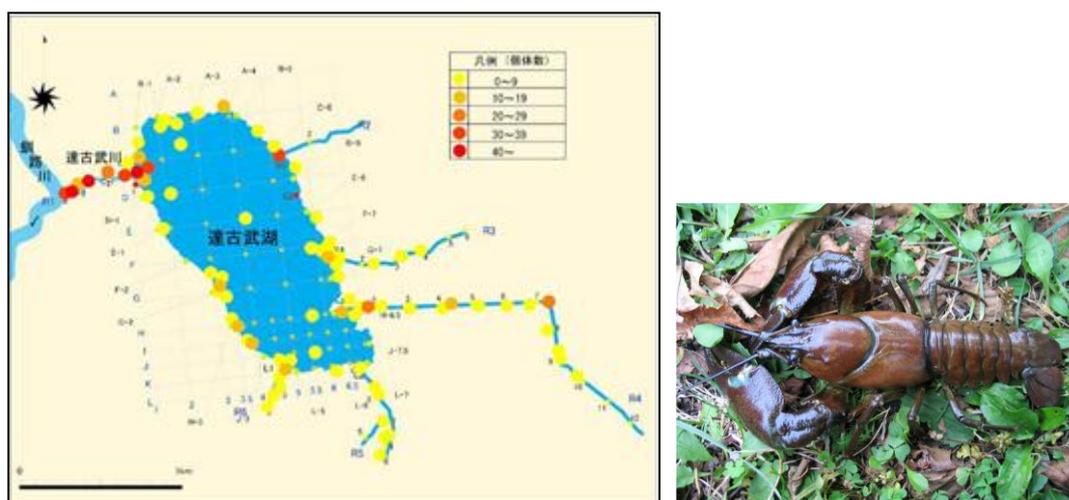


図14 達古武湖におけるウチダザリガニ確認状況(2003年)¹⁰⁾

本事業では、2013年～2021年に、ヒシ分布域制御区画内で捕獲調査が実施されているが^{28～36)}、2020年と2021年にそれぞれ1個体確認されたのみであった。本事業の調査は湖岸から離れた場所での調査であり、ウチダザリガニの生息環境で調査されていないことから、本種の生息状況の実態が把握できていない可能性がある。

第3期事業では、2003年と2004年の調査と同じ手法で、ウチダザリガニの生息状況を把握することが望ましいと考えられる。

1) ヒシ分布制御

① 浮葉植物再生エリア(手刈り)

浮葉植物再生エリアでは、制御区画内(30m×30m)に生育するヒシを可能な限り全数、カヌー上から鎌等を用いた手作業で刈取った。

2013年～2018年は、毎年同じ区画で制御を実施した。2019年以降は、制御の継続年数による効果の違いを把握するため、区画によって制御継続パターンを変えて実施されている。

浮葉植物再生エリアにおいて、ヒシ分布域制御にかかった人工と成果は、表4に示すとおりである。

人力による手刈りでは、直近4年間で見ると、1区画(30m×30m)あたり5～7人日かかっている。新規区画のみ制御をおこなった2019年は17人日かかっている。

表4 ヒシ分布域制御にかかった人工と成果(浮葉植物再生エリア(手刈り))

実施年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
刈取り区画数	8	18	19	19	19	19	18	10	14	14	14	16
刈取り面積(m ²)	7,200	16,200	17,100	17,100	17,100	17,100	16,200	9,000	12,600	12,600	12,600	14,400
総人工(人日)	43	90	90	63	154	173	136	170	86	93.5	94.5	91
1区画あたり人工(人日)	5.4	5.0	4.7	3.3	8.1	9.1	7.6	17.0	6.1	6.7	6.8	5.7
刈取りロゼット数(千個)	952	1,702	1,561	856	808	586	663	1,646	1,019	550	490	534
刈取り湿重量(kg)	2,376	2,687	3,874	4,158	1,730	2,356	2,187	3,114	758	2,893	7,304	11,057

② 沈水植物再生エリア(ワイヤー刈り)

沈水植物再生エリアでは、制御区画内(40m×100m)のヒシを可能な限り全数、動力船に取付けたワイヤー装置で刈取っている。

ワイヤー刈り制御は、2019年に着手した新規手法で、2021年までに3年連続と2年連続で制御した区画がある(2022年は新規区画で制御)。

浮葉植物再生エリアにおいて、ヒシ分布域制御にかかった人工と成果は、表5に示すとおりである。

ワイヤー刈りでは、連続制御の区画では1~2人日、新規区画では1区画で4~5人日かかっている(いずれも30m×30m面積に換算)。

表5 ヒシ分布域制御にかかった人工と成果 (沈水植物再生エリア(ワイヤー刈り))

実施年	2019	2020	2021	2022	2023
刈取り区画数	1	2	2	1	2
刈取り面積(m ²)	4,000	8,000	8,000	4,000	8,000
総人工(人日)	18	15	6	20	14
1区画あたり人工(人日)	4.0	1.7	0.7	4.5	1.6
刈取りロゼット数(千個)	472	901	(未計測)	362	94
刈取り湿重量(kg)	755	2,303	(未計測)	3,758	1,946

※1区画あたり人工(人日)は30m×30m面積に換算したもの

2) ヒシ分布域制御区画の植生

① 浮葉植物再生エリア(手刈り)

浮葉植物再生エリアでは、2012年～2018年は、ほぼ毎年同じ区画で継続的に手刈りによる制御がおこなわれた。

その結果、図16に示すとおり、2019年のモニタリングではネムロコウホネやマツモ、フサモ、センニンモの植被率が増加した。

継続的にヒシを制御することで、ヒシの植被率は低く抑えられ、その他の水生植物の植被率は制御前よりも増加することが確かめられた。手刈り制御は、保全対象種を確実に保全しつつ制御する方法として有効であるといえる。

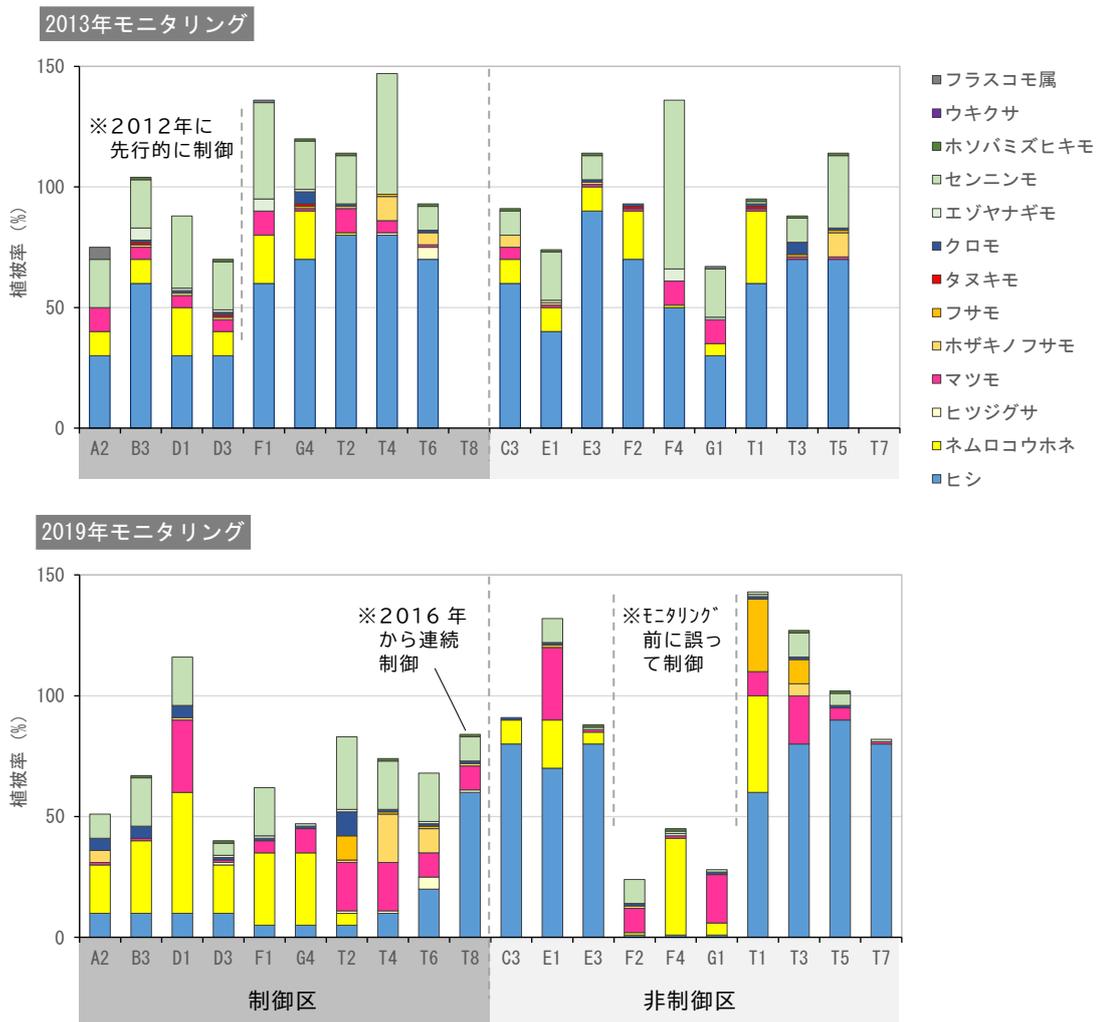


図16 手刈り制御後の植生モニタリング結果(浮葉植物再生エリア)

2019年～2023年は、区画によって制御継続パターンを変え、制御の継続年数による効果の違いを把握した(図 17)。

ヒシに対する効果は1年目から効果が見られた(区画 A4～G2)。3年連続制御した区画(C3～G1)も同様の結果であった。しかし、2年連続制御した区画(T1～T7)は、ヒシの植被率は比較的高かった。これらは全て東岸エリアの区画で、埋土種子の存在等、ヒシ分布の早期回復の要因が潜んでいる可能性がある。

一方、2年連続制御後、1年休止した区画(A1～G3)では、ヒシの植被率は30%程度まで回復していた。制御を3年間休止した区画(A2～T8)は、ヒシが100%近くまで回復している区画もあった。

手刈り制御は、少なくとも2年間は継続し、休止期間は1年とするのが望ましいと考えられる。

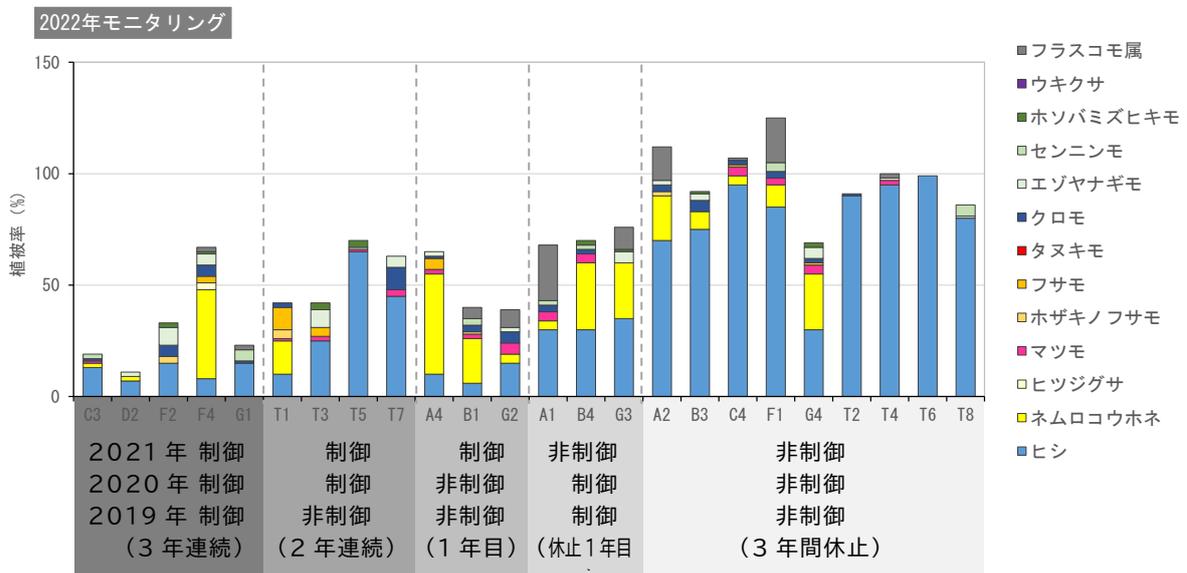


図 17 手刈り制御パターンと植被率(浮葉植物再生エリア)

※2023年は例年より調査時期が遅いため、2022年までのデータを使用。

② 沈水植物再生エリア(ワイヤー刈り)

沈水植物再生エリアでは、2019年～2023年に、継続的にワイヤー刈りによる制御がおこなわれた。

その結果、図 18 に示すとおり、3年連続で制御した区画(Z1～Z5)はヒシの植被率は50%未満に抑えられ、ホザキフサモ等の水生植物の生育も確認された。2年連続の制御の区画(Z11～Z15)ではヒシの植被率はまだ50%以上残されていた。

ワイヤー刈り制御は、3年間は継続することが望ましいと考えられる。

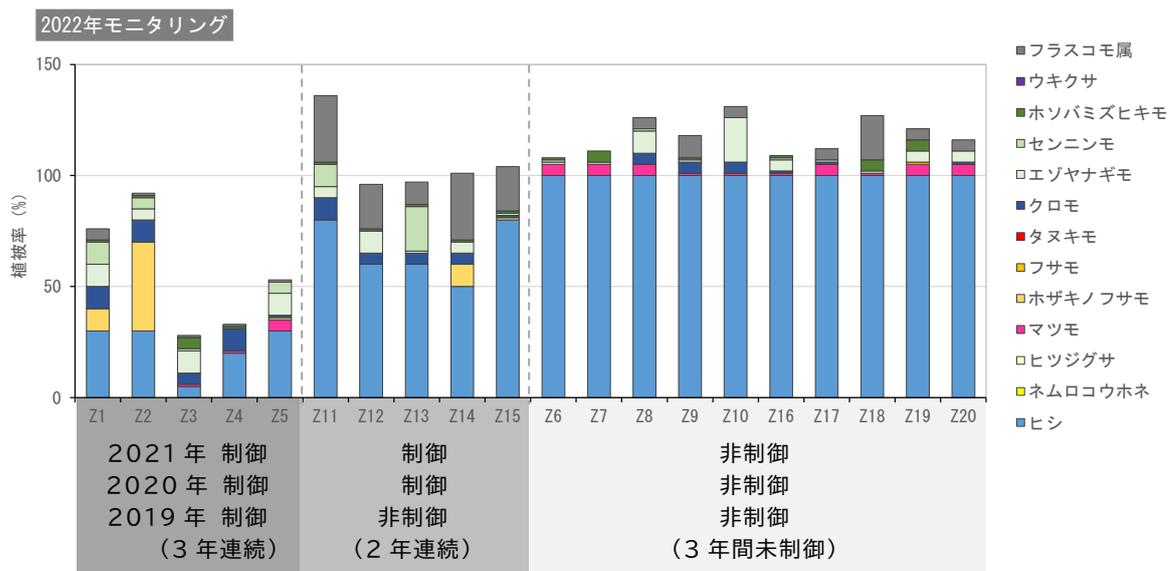


図 18 ワイヤー刈り制御パターンと植被率(沈水植物再生エリア)

※2023年は例年より調査時期が遅いため、2022年までのデータを使用。

3) ヒシ分布域制御区画の水質

① 浮葉植物再生エリア(手刈り)

浮葉植物再生エリアにおいては、手刈り制御による水質への効果について、毎年制御後に調査をおこなっている。

制御区と非制御区とで比較したところ、図 19 に示すとおり、DO は制御区の方が有意に高く(t 検定 ; $p < 0.001$)、濁度と光量子減衰率、Chl-a では制御区の方が有意に低い(t 検定 ; それぞれ $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$)、と制御の効果が見られた。

なお、これまでの制御で、当該エリアにおいてアオコの発生は確認されていない。

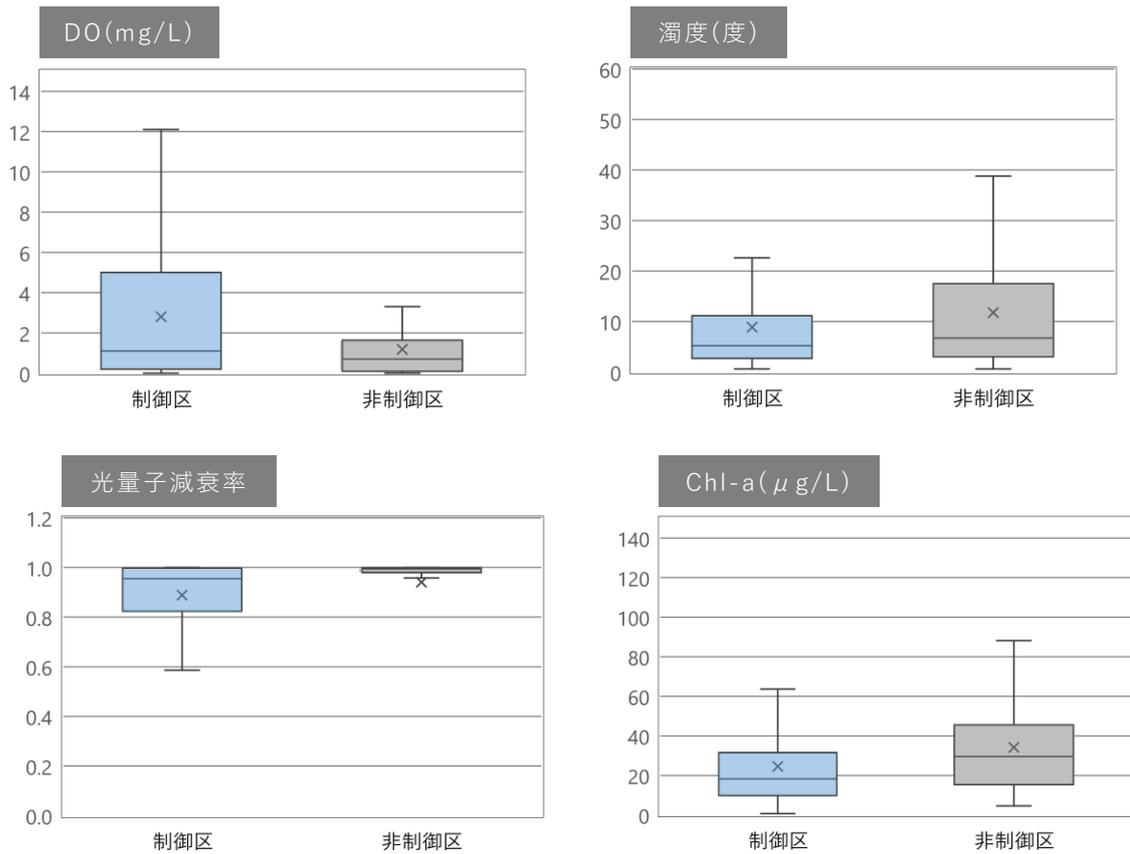


図 19 手刈り制御による水質への効果(浮葉植物再生エリア)

※2023 年は例年より調査時期が遅いため、2022 年までのデータを使用。

② 沈水植物再生エリア(ワイヤー刈り)

沈水植物再生エリアにおいては、ワイヤー刈り制御による水質への効果について、毎年制御後に調査をおこなっている。

制御区と非制御区とで比較したところ、図 20 に示すとおり、光量子減衰率と Chl-a で制御区の方が有意に低い(t 検定；それぞれ $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$)、と制御の効果が見られた。

なお、これまでの制御で、当該エリアにおいてアオコの発生は確認されていない。

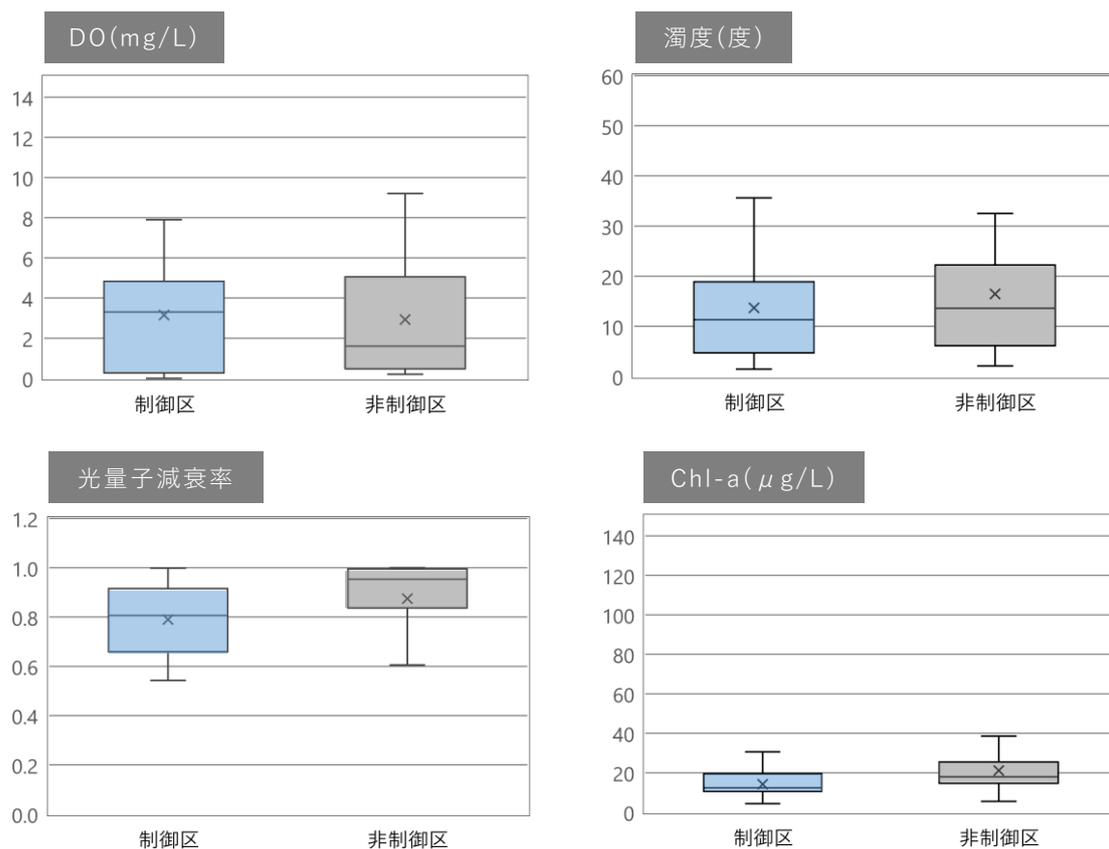


図 20 ワイヤー刈り制御による水質への効果(沈水植物再生エリア)

※2023 年は例年より調査時期が遅いため、2022 年までのデータを使用。

2.4 流域からの栄養塩類流入抑制およびモニタリング

1) 面源負荷対策

本事業では、面源負荷対策として、2015年に、農地および牧草地への施肥や家畜排泄物の移動の状況に関する情報収集や現状把握に努めた。また、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下、流域内の農業者や畜産者等への普及啓発を図っている。

林地に対しても、釧路湿原達古武地域自然再生事業と連携して、自然林の保全および健全な森林育成に努めた。流域内の林業者等へは、負荷の少ない森林施業に関する普及啓発を2015年におこなっている。

2) 栄養塩類の物質収支

達古武湖における3ヵ年の栄養塩類の物質収支の模式図を、**図 21**に示す。

2010年の窒素の負荷量は、流域由来で流入河川を經由して流入が46.3kg/日、流出河川から流出する負荷量が69.0kg/日と見積もられた。釧路川からの逆流量も含めた収支は、流出量の方が17.0kg/日多かった。

リンについては、流入量が5.67kg/日、流出量が7.74kg/日、逆流量が0.62kg/日であり、収支は流出量の方が1.45kg/日多いと見積もられた。

2010年、2016年、2021で経年的に見ると、窒素については、釧路川からの逆流量はどの年も同程度であった。河川からの流入量は多雨年の2016年で最も多かったが、流出量は降水量が最も少ない2010年で多かった。収支としては、少雨年で流出量の方が多いか同程度であった。リンについても、多雨年の2016年で流入量と逆流量が多く、収支(流出量との差分)は2010年や2021年よりも大きかった。

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。

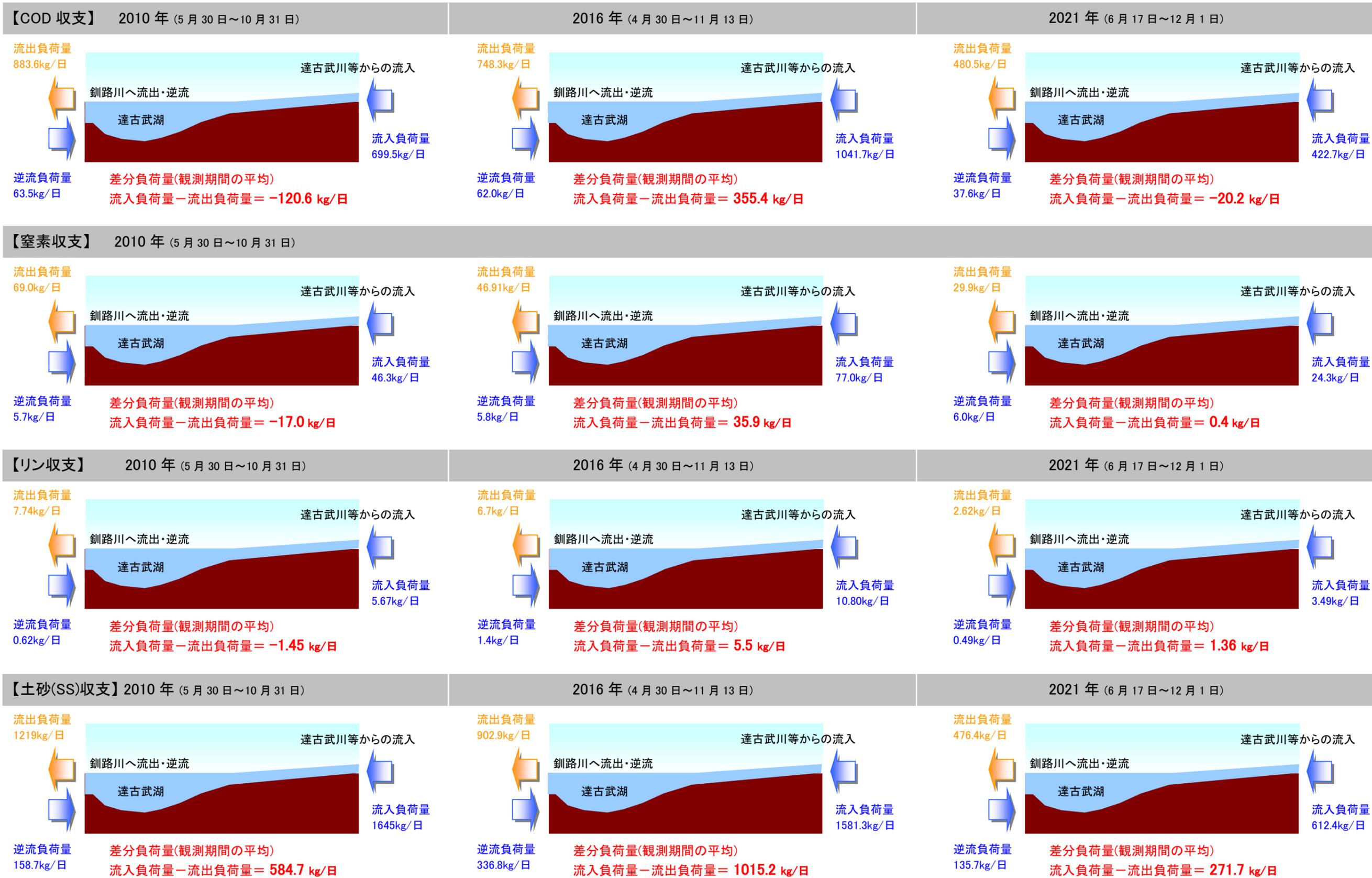


図 21 達古武湖における栄養塩類の物質収支(2010年、2016年、2021年)^{25, 26, 31, 36)}

3) 栄養塩類の負荷流入特性

2010年、2016年、2021年には、達古武川およびその支流を含む達古武湖の流入河川10地点で水質分析と流量観測及び水位の連続観測をおこない、これらのデータから、全窒素および全リンの比負荷量(kg/日/km²)と負荷量(kg/日)を小流域別に算出した。比負荷量・負荷量の分布図は、**図 22**～**図 23**に示すとおりである。

全窒素および全リンともに、比負荷量は達古武湖周縁の丘陵地から流れる地点(ST-R1、R2、R9、R9'、R10)が多かった。これらの土地利用状況は、湖の東岸丘陵地のST-R1とR2は植林地の割合が、南西～南岸の丘陵地のST-R9、R9'、R10は落葉広葉樹林やササ草原の割合が高かった。これらの地点は、濃度の高い栄養塩類が流れているが、その流域面積が小さいため、湖に流れ込む負荷量全体から見ると、その寄与率は低いと言える。

一方、負荷量が多かったのは達古武川のST-R3とR5であった。どちらも比負荷量は少ないが、ST-R5は流域面積が大きいため、ST-R3は達古武川上流域とその支流からの負荷量が集約されているため、数値が高くなっていると考えられる。湖に流れ込む負荷量全体から見ると、達古武川の寄与率が高いことが分かる。

全窒素

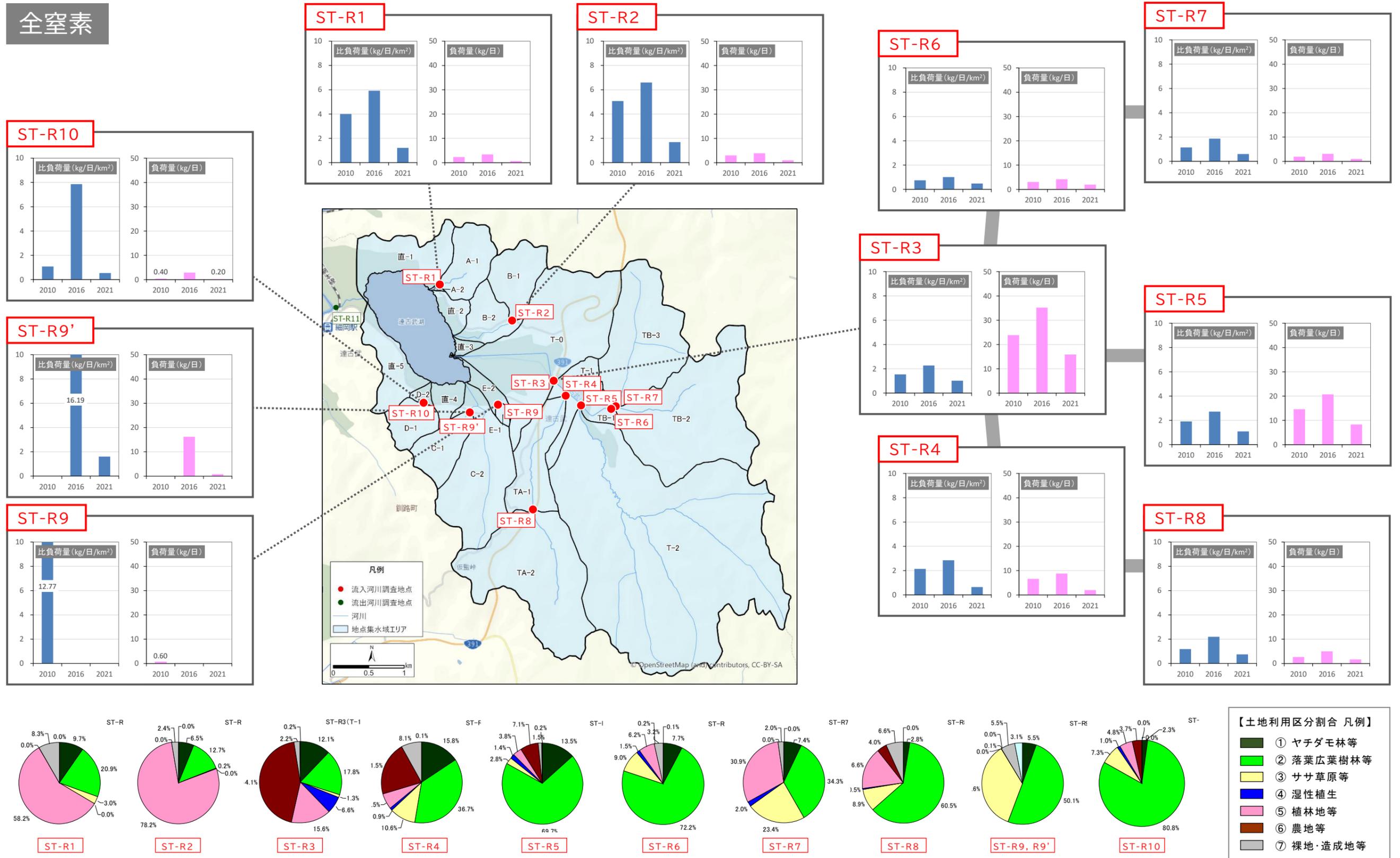


図 22 各小流域における全窒素の比負荷量(左)、負荷量(右) 25, 26, 31, 36)

※ST-R9は、集水域が小さく、集水域の正確な把握が困難と考えられたため、2016年以降はST-R9'に変更した。
 ※図面下の円グラフは、各小流域の土地利用区分割合を表す。

全リン

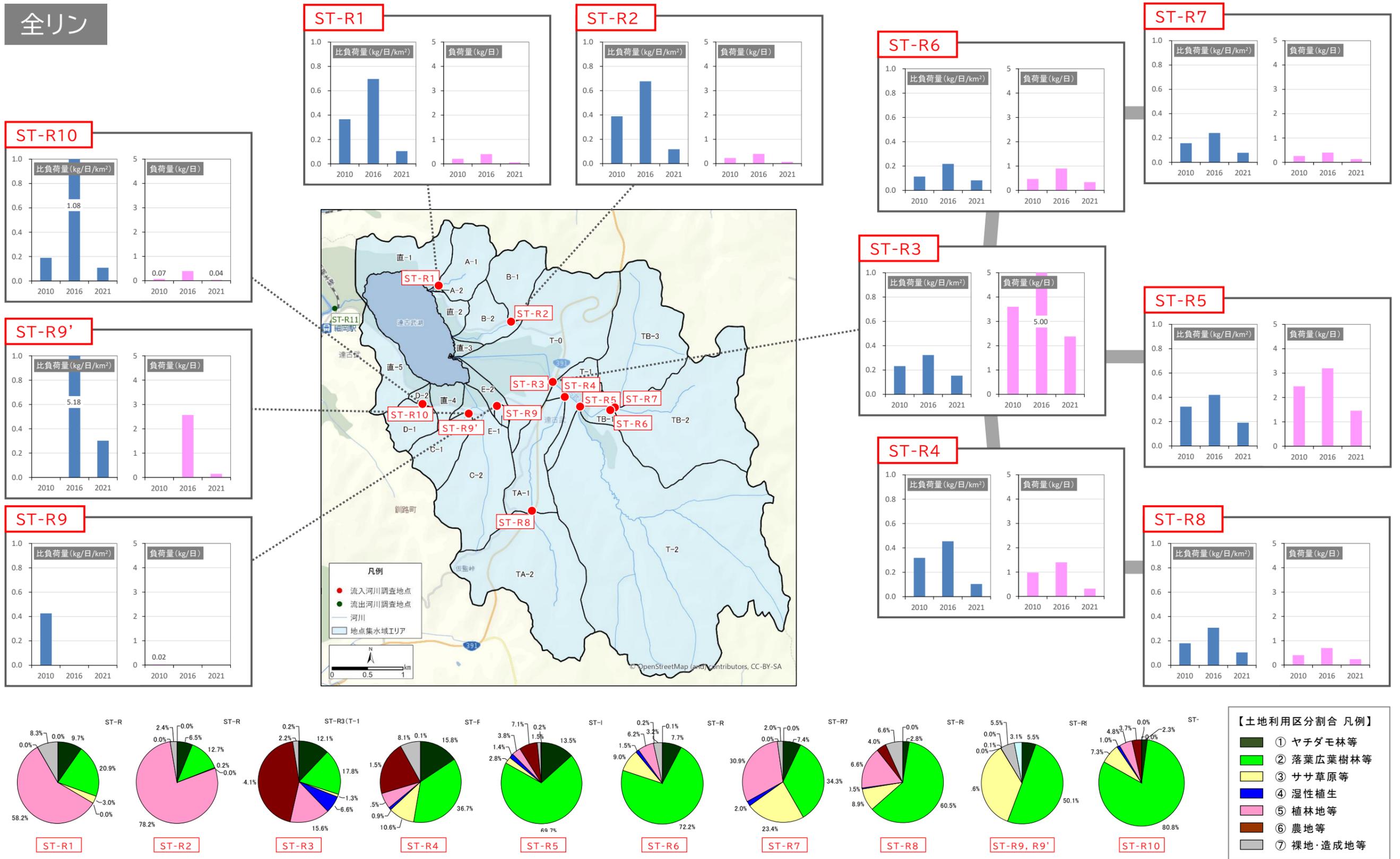


図 23 各小流域における全リンの比負荷量(左)、負荷量(右) 25, 26, 31, 36)

※ST-R9は、集水域が小さく、集水域の正確な把握が困難と考えられたため、2016年以降はST-R9'に変更した。
 ※図面下の円グラフは、各小流域の土地利用区分割合を表す。

4) 達古武湖の富栄養化ポテンシャル

達古武湖の富栄養化が進行しないための栄養塩類の流入許容量は、負荷量と水質の経験式による簡易モデル(Vollenweider モデル[※])を用いて算出されている²⁶⁾。

達古武湖の平均水深を 1.8m、湖水の滞留時間を 30 日と仮定すると、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た。これに達古武湖の表面積 1.33km² を乗じると、年間のリン負荷の許容量はおおよそ 530~670kg と算出された。

達古武川等の流入河川を経て湖に流入するリン負荷量は、2010 年、2016 年、2021 年の 3 ヶ年では 3.49~10.80kg/日であったことから(図 23)、年間では 1274~3942kg のリンが流入していたことになる。

一方、リン負荷の年間許容量から、達古武湖が富栄養化しないようにするためには、流入するリン負荷量は 1.45~1.84kg/日よりも低く抑える必要がある。しかし、表 6 に示すとおり、達古武川だけを見ても、リン負荷量 2 kg/日を超えた状態が経年的に続いている。

以上のことから、達古武湖の富栄養化ポテンシャルは依然として高いままであると言える。

表 6 達古武川(達古武橋)における各年の日平均負荷量(kg/日)

	COD	SS	T-N	DT-N	DI-N	T-P	DT-P	DI-P
2012年	204.24	285.14	14.20	9.49	3.54	2.42	1.17	0.97
2013年	616.52	2063.13	32.75	19.02	5.62	4.32	1.79	1.33
2014年	230.05	317.88	17.89	14.08	4.20	2.14	1.16	0.92
2015年	535.99	679.45	43.33	30.69	13.21	5.62	3.06	1.90
2016年	1229.21	1934.80	64.96	51.77	26.03	9.59	5.19	3.94
2017年	512.85	836.07	31.25	23.42	11.19	4.80	2.46	1.78
2018年	647.92	778.45	40.12	31.84	14.12	5.98	3.18	2.38
2019年	440.58	314.66	25.57	18.06	7.44	3.72	1.86	1.44
2020年	302.40	422.29	12.74	9.07	5.07	2.72	1.15	0.91
2021年	854.65	3276.15	40.82	20.33	9.39	5.90	1.73	1.29
2022年	294.86	816.00	21.10	11.69	4.69	2.51	1.25	1.01
2023年	-	122.32	6.77	4.29	1.61	0.93	0.42	0.32

※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、および実際の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>)

※2023 年は例年より調査時期が遅いため、データに偏りが出ている可能性がある。

5) 南部湿地から供給される栄養塩類対策

南部湿地は、既往調査において栄養塩類が高濃度に蓄積されており、達古武湖の富栄養化に大きな影響を与えていると考えられていた。2011年の事前調査でも、水位上昇時の湿地帯直上水の栄養塩類は、図24に示すとおり、達古武川左岸の地点で濃度が高く、南側の地点ほど高い傾向が見られた。

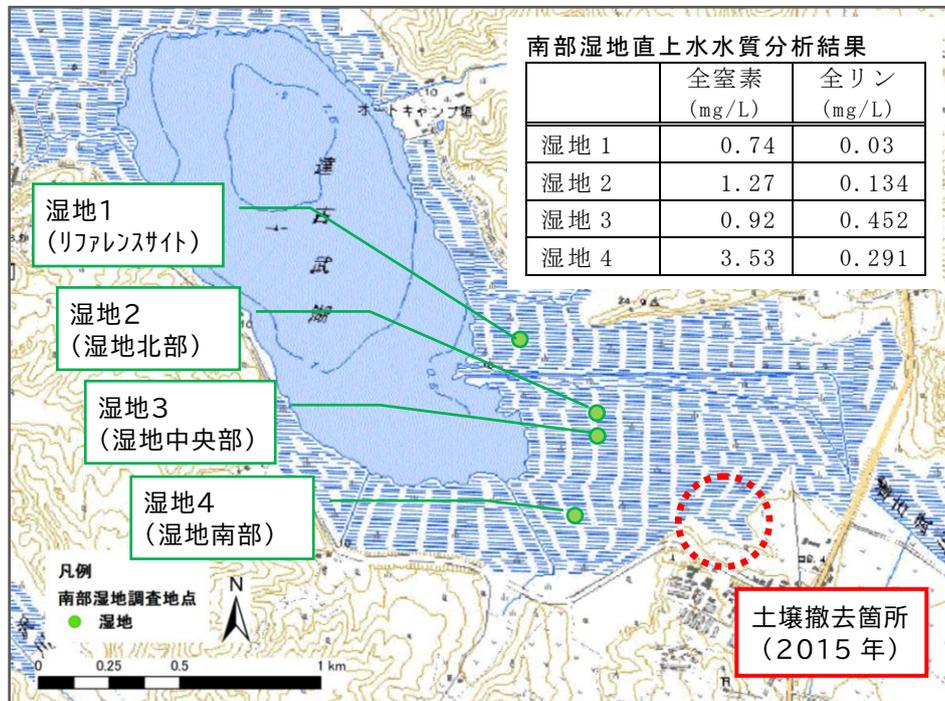


図24 南部湿地直上水水質分析結果(2011年)

高濃度のリンを含む土壌が蓄積しているのが確認された南部湿地において、達古武湖への栄養塩類流入対策として、2015年冬季に、この土壌を撤去し、環境省所管地にて封じ込め処理をおこなった。

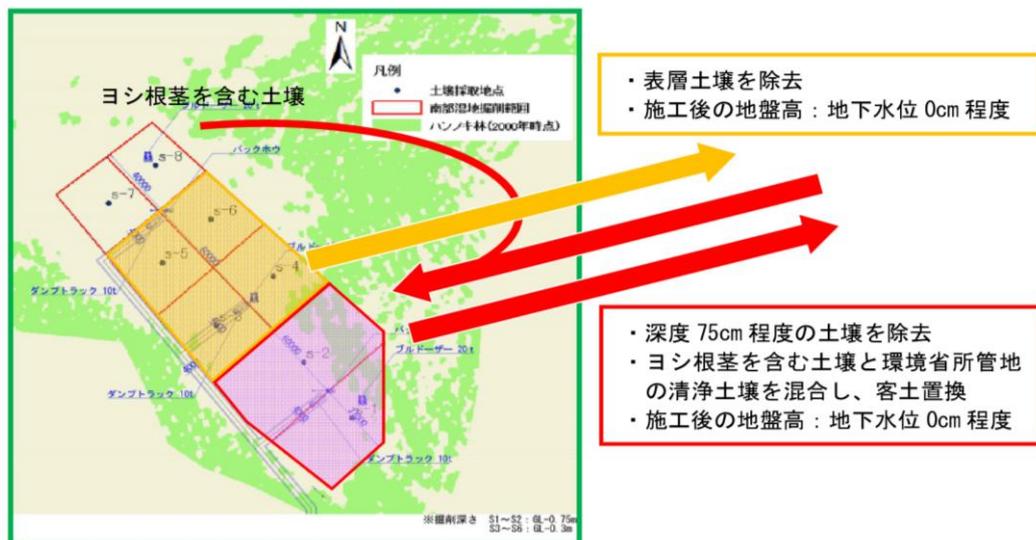


図25 南部湿地土壌撤去状況(2015年)

6) 南部湿地土壌撤去効果把握のための水質モニタリング

対策効果把握のモニタリングとしては、2011 年の対策前調査と同じ地点で、2016 年に水質調査がおこなわれた。

窒素およびリンはともに、2011 年にリファレンスサイト(「湿地 1」)よりも濃度が特に高かった「湿地 3」と「湿地 4」を見ると、2016 年の水位上昇時の濃度は、リファレンスサイトと同程度かそれ以下の数値を示していた。これらの結果から、南部湿地における対策は効果があったと評価された。

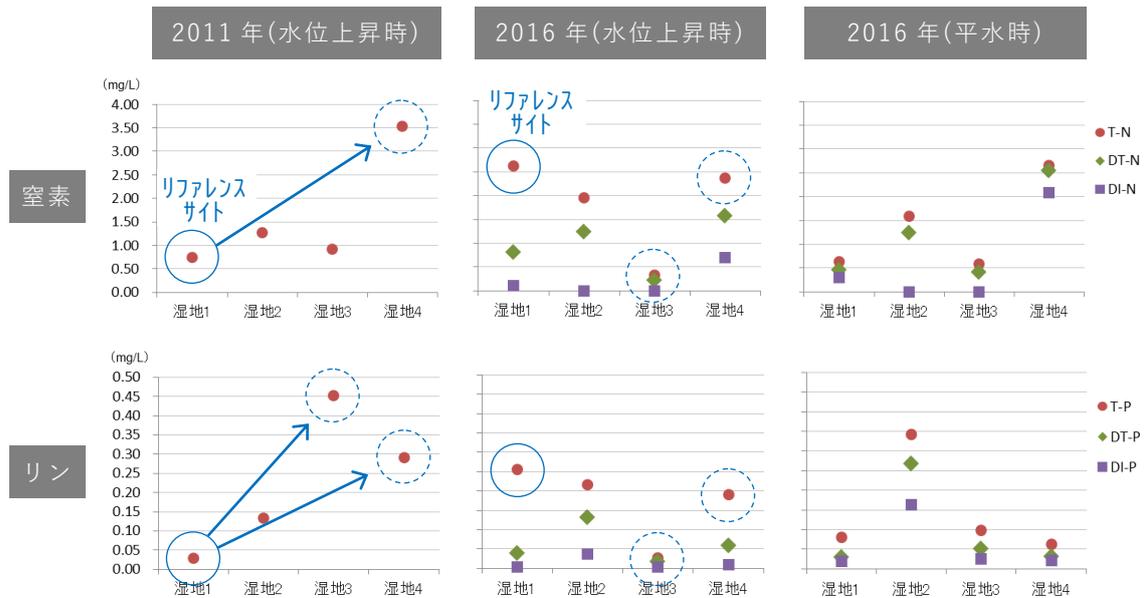


図 26 南部湿地栄養塩類流入対策前後の水質分析結果 ²⁹⁾

第 3 期事業では、期間中に南部湿地における対策実施から 10 年が経過する。必要に応じて、南部湿地内の水質モニタリングを実施するのが望ましいと考えられる。

2.5 その他対策検討

達古武湖では、本事業着手前から希少種の埋土種子の系統保存(域外保全)の可能性について検討されていた。

ここでは、埋土種子に関する検討経緯および調査結果の概要を表 7 に示す。また、これらの調査結果から、達古武湖各エリアにおける埋土種子確認種を表 8 に整理した。

表 7 埋土種子に関する検討経緯

年	実施項目	検討・調査結果
2006 年	埋土種子調査(発芽試験)	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の埋土種子は達古武川河口付近の地点では多数確認されたものの、それ以外の地点ではほとんどなし。 現在ほとんど確認されていないシャジクモ類が湖央～北東岸の地点で多数確認。
	改善施策検討	<ul style="list-style-type: none"> セーフサイト設置(湖内 or 湖外)による希少種保護、およびシャジクモ類を用いた水質改善を検討項目に。
2007 年	発芽試験	<ul style="list-style-type: none"> 2006 年からの継続。
	検討委員会	<ul style="list-style-type: none"> 希少種セーフサイトについて 場所は、環境省所管地でのため池造成が環境影響、コスト面からも妥当。池造成(330m²×40cm)には 300 万円。維持管理は、泥堆積による機能低下、管理者問題がある。 希少種域外保全について インキュベーター×1+培養水槽(1000L)×3 の準備で 400 万円、運用で 80 万円/年。 どちらも場所、維持管理、コストが課題に。 ヒシ分布域制御と流入負荷対策の必要性がある。 シャジクモ類は、セーフサイトで増やして湖に戻すのは難しい。湖での再生は水質が改善しないと難しい。
2008 年	調査計画策定	<ul style="list-style-type: none"> 発芽実験と底泥攪乱・シャジクモ調査の計画が策定。 埋土種子による植生回復の可能性と手法を検討。 人為的な底泥攪乱によるシャジクモ回復が目的。
2009 年	検討委員会	<ul style="list-style-type: none"> 2008 年計画は実施されず。 希少植物各種の生態と減少要因を踏まえた、保全・回復手法例を提示(表 9 参照)。
2010 年	埋土種子調査	<ul style="list-style-type: none"> 湖内 10 地点から種子採取、複数条件下で発芽試験。発芽数と発芽条件で発芽ポテンシャルを評価。 湖南部の地点でネムロコウホネのポテンシャル高。湖央～北東岸でシャジクモ類、湖南東岸でタヌキモ、オヒルムシロ、ネムロコウホネ、ナガバエビモ、イバラモが期待(限られた条件でのみ発芽)。
2011 年	セーフサイト検討	<ul style="list-style-type: none"> キャンプ場隣接の睡蓮池をセーフサイトとして検討。 キタダニコウキクサ、タヌキモ、ヒンジモが生育。 水質は富栄養、貧酸素状態。 セーフサイトとしては、底質の管理が必要。
	検討委員会	<ul style="list-style-type: none"> 埋土種子の発芽がうまくいっていないことについて議論(現地で発芽試験を実施している模様(詳細不明))。
2015 年	埋土種子調査	<ul style="list-style-type: none"> ヒシ分布域制御区画から種子採取。 南西岸エリアではフラスコモ属、マツモ、センニンモ、南岸エリアではフラスコモ属とセンニンモ、東岸エリアではシャジクモ、フラスコモ属、ヒルムシロ属の発芽を確認。 実際の水生植物相と発芽確認種とは異なる。
2019 年	埋土種子調査	<ul style="list-style-type: none"> ヒシ分布域制御区画から種子採取。 南西岸エリアと南部エリアではフラスコモ属やネムロコウホネ等、東岸エリアではフラスコモ属やセキシウモ等の発芽を確認。

表 8 達古武湖における埋土種子確認種

	達古武湖 流出口	湖央 エリア	北東岸 エリア	南西岸 エリア	南部 エリア	達古武川 河口付近	東岸 エリア	南岸 エリア	南東岸 エリア
シャジクモ類	●	●	●				●		
フラスコモ属				●	●		●	●	
ネムロコウホネ				●	●		●	○	○
ヒツジグサ				●					
マツモ				●	●				
タヌキモ				○			○		○
カラフトグワイ	○								
セキシウモ					●		●		
エゾヤナギモ					●				
センニンモ				●	●			●	
オヒルムシロ							○		○
ヒルムシロ属								●	
ナガバエビモ				○			○	○	○
リュウノヒゲモ					●				
イバラモ				○			○	○	○
ヒンジモ								○	
エゾミクリ	○					○			

※「●」は発芽試験で確認されたもの、「○」は過去の生育状況から期待されるものを表す。

表 9 水生植物希少種の保全・回復手法例

種名	水生植物の保全・回復手法例				
	ヒシ刈取り	よ埋る土増殖子の撒きだしに	に種よる・増殖芽の採り蒔き	さし芽による増殖	個体の移植
カラフトグワイ		○			
ヒンジモ		○			
エゾミクリ		○	△ (種子・実のつきが悪い)		○
シャジクモ類		○			
ネムロコウホネ	○	○	○		○
ミヅハコベ	○	○			
タヌキモ	○	○	○		○
オヒルムシロ	○	○	△ (個体数が非常に少ない)	△ (個体数が非常に少ない)	
ナガバエビモ		○			
イバラモ	○	○			
イトイバラモ	○	○			
イチョウウキゴケ		○			
ヒツジグサ			○ (種子)		○
エゾベニヒツジグサ	○	○			
フサモ	○	○	○	○	○
ヒメタヌキモ	○	○	○		○
セキシウモ	○	○			
ヒロハノエビモ	○	○	△ (個体数が非常に少ない)	△ (個体数が非常に少ない)	
ムラサキコウキクサ	○	○	○ (殖芽)		○
ウキクサ	○	○	○ (殖芽)		○

※「平成 21 年度 釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務 報告書」より抜粋。

達古武湖では、本事業の調査以外でも、事業に関連する調査研究が数多く行われてきた。本項においては、これら既往研究の結果も踏まえて整理した。達古武湖における既往の調査研究は、表 10 に示すとおりである。

表 10 達古武湖における既往調査研究(文献)

(1/2)

文献 No.	文献名等
1	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
2	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
3	環境庁(1991): 自然環境保全基礎調査 湖沼調査 第4回調査
4	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
5	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
6	Erik Jeppesen, Martin Sondergaard, Morten Sondergaard, Kirsten Christoffersen(1998): Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes (Ecological Studies), Springer
7	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
8	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
9	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
10	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
11	国土地理院(2005、2006): 1:10,000 湖沼図 塘路湖・達古武湖
12	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
13	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
14	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
15	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
16	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
17	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
18	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
19	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
20	三上英敏, 五十嵐聖貴(2013): 釧路湿原達古武沼隣接湿地帯における栄養塩の発生源と負荷特性の解明, 全国環境研会誌, Vol. 38, p161-168

表 10 達古武湖における既往調査研究(文献)

(2/2)

文献 No.	文献名等
21	Yoshifumi Sakurai, Kazuo Yabe, Koji Katagiri(2016): Factors controlling changes in the aquatic macrophyte communities from 1984 to 2009 in a pond in the cool-temperate zone of Japan, <i>Limnology</i>
22	中川恵・岡本実希・赤坂宗光・高村典子(2020): 釧路湿原シラルトロ湖の水草生育初期と繁茂期の水質分布特性について, <i>陸水学雑誌</i> , Vol. 81, p137-152
23	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
24	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
25	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
26	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
27	いであ株式会社(2013): 平成 24 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
28	いであ株式会社(2014): 平成 25 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
29	いであ株式会社(2015): 平成 26 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
30	いであ株式会社(2016): 平成 27 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
31	いであ株式会社(2017): 平成 28 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
32	いであ株式会社(2018): 平成 29 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
33	いであ株式会社(2019): 平成 30 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
34	いであ株式会社(2020): 令和元年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
35	いであ株式会社(2021): 令和 2 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書
36	いであ株式会社(2022): 令和 3 年度釧路湿原東部湖沼自然環境調査業務報告書

※文献 No. は、本項文章中の引用文献 No. に対応する。

3 事業成果の整理・評価

本事業で実施したこれまでの対策およびモニタリングの成果について、第1期は表11に、第2期は表12に整理した。

表 11 達古武湖自然再生事業(第1期)における事業成果 (1/2)

項目			第1期(2013～2017年) 事業成果概要	
対策	ヒシ分布域制御	浮葉植物再生区画	・毎年18～19区画(1.62～1.71ha)で実施し、1,730～4,158kgのヒシを刈取り。	
		沈水植物再生区画	—	
	南部湿地からの栄養塩類流入抑制		・2014年11月～2015年3月に、南部湿地で栄養塩類濃度の高い箇所を掘削し、環境省所管地で封じ込め処理を実施。	
	面源負荷対策 (流域からの栄養塩類流入対策)		・農地(牧草地)は、化学肥料を表面施肥しているが、基準値以下の施肥量。やや過剰な放牧時間となっている可能性はあるが、基準超過幅は大きくない。 ・林地は、一部で間伐遅れが生じている可能性はあるが、森林組合により適切に管理。	
	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		・2015年に栄養塩類の負荷流出抑制を目的とした普及啓発資料(農地版)を作成し、流域内の農業者や畜産者等に配布。	
	自然林再生事業との連携、林地における負荷の少ない施策に関する普及啓発		・2015年に栄養塩類の負荷流出抑制を目的とした普及啓発資料(林地版)を作成し、流域内の林業者等に配布。	
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	・多くの種で確認地点数が減少。 ・湖南部の達古武川河口部周辺の地点で確認種数が減少傾向。 ・ヒシ分布域制御の効果もあって、保全対象種のネムロコウホネやヒツジグサの生育は維持。	
		ヒシ分布域	・湖内北中部、達古武川河口部周辺、ヒシ分布域制御を実施した再生エリアを除いた湖内全域で分布。 ・再生エリアでは、保全対象種は非制御区を含め安定的に生育。	
	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	・湖水位は、2010年は平年レベル、2016年は夏秋季で過去最高レベル、2017年は過去最低レベル。 ・河川水位は、2010年が過去最低レベル、2016年は夏秋季で過去最高レベル、2017年は平年レベル。 ・流入負荷量(日平均)は、COD、T-N、T-Pいずれも2015年と2016年で多い。2010年は中程度。
			湖内・河川水質	・過去10年間の傾向として、湖内の水質に大きな変化はなく、水質レベルは依然として富栄養状態。 ・第2の遷移(ヒシ繁茂、水質安定)の状態を維持。
		湖内底質	・粒度組成は、2010年と2016年ともに粘土・シルト質で占められているが、2016年は砂・礫質が増加。 ・CODと強熱減量については、2010年と2016年ともに湖南の地点ほど値が高くなる傾向。 ・2015年に湖内底泥中に含まれる埋土種子の発芽試験を実施。発芽が確認されたのはほとんどがフラスコモ属で、シャジクモ、マツモが少数確認されたのみ。現況の水生植物相とは異なる。	
		ウチダザリガニ生息状況	・2013年以降のヒシ分布域制御区画内での調査で、ウチダザリガニは確認されなかったことから、本種は生息していないか、生息していてもその数は限定的。 ・沈水植物の減少に対する本種の影響は考えにくい。	

表 11 達古武湖自然再生事業(第1期)における事業成果

(2/2)

項目			第1期(2013~2017年)事業成果概要	
モニタリング	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	<ul style="list-style-type: none"> 分布域制御によりヒシの被度は低下。他の水生植物も、特に南西岸エリアで、確認種数と平均被度が非制御区よりも高い結果に。ネムロコウホネとヒツジグサは安定的に生育。
			ヒシ分布域制御区画の水質	<ul style="list-style-type: none"> 分布域制御による表層 Chl-a 値は、全体的に非制御区よりも低い傾向。 分布域制御によるアオコ発生が懸念される水質現象は確認されず。
		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	<ul style="list-style-type: none"> 水位上昇時の直上水中のリン濃度が顕著に低下(特に、「湿地3」地点)、リファレンスサイトの濃度と同程度に。
		流域から栄養塩類流入抑制	河川水位・水質・流量→負荷量調査	<ul style="list-style-type: none"> 達古武湖における総負荷量(負荷量収支)は、2010年はCOD、T-N、T-Pがマイナス。2016年はプラス。 小流域 A-1(ST-R1)、B-1(ST-R2)、TA-2(ST-R8)の比負荷量が他と比べて高い。 小流域 T-2(ST-R5)は、流域面積が大きく、流入負荷量全体に占める割合は大きい。他の小流域と比べると平均的な負荷量。T-2と同様に森林面積の多い小流域 TB-2(ST-R6)や TB-3(ST-R7)と比べると高い負荷量。 達古武湖の富栄養化ポテンシャルは、2016年の達古武橋におけるリン負荷量が5.0kg/日で、湖の年間許容量の130日分程度あり、富栄養化の可能性は高い。

表 12 達古武湖自然再生事業(第2期)における事業成果

(1/2)

項目		第2期(2018~2022年)事業成果概要		
対策	ヒシ分布域制御	浮葉植物再生区画	・毎年10~18区画(0.90~1.62ha)で実施し、2,187~7,589kgのヒシを刈取り。	
		沈水植物再生区画	・2019年以降は動力船とワイヤー装置を利用した新手法を採用。南部エリアで新規区画を設定し、実施。 ・毎年1~2区画(0.40~0.80ha)で実施し、755~3,758kgのヒシを刈取り。	
	南部湿地からの栄養塩類流入抑制		—	
	面源負荷対策 (流域からの栄養塩類流入対策)		—	
	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		—	
	自然林再生事業との連携、林地における負荷の少ない施業に関する普及啓発		—	
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	・湖内確認種数は10種程度と少ない状態が継続。 ・2010年結果と比べ、ヒシ、マツモ、フサモ、クロモ、ホソバミズヒキモを除く種の確認地点数が減少。 ・2010年に湖内に広く分布していたネムロコウホネ、ヒツジグサ、ホザキノフサモ、タヌキモ、ヒメタヌキモ、エゾヤナギモは、現在はヒシ分布域制御エリア付近など一部でのみ確認。	
		ヒシ分布域	・2017年以降、湖内におけるヒシの分布域に変化なし。	
	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	・湖、河川ともに水位は、2016年が夏秋季で過去最高レベル、2020年と2021年は過去最低レベル。 ・湖内の年間水位変動幅は0.80~1.93m、経年変動幅は2.48m。
			湖内・河川水質	・どの項目も経年的な変化はおおよそ横ばい。 ・直近5年間(2018~2022年)と事業着手前5年間(2008~2012年)と比較すると、有意差はなかったが、T-Nは直近5年の方が低かった。
			湖内底質	・湖内底質の粒度組成は、粘土・シルト質で占められているが、2016年と2021年は砂・礫質が増加。 ・2019年に湖内底泥中に含まれる埋土種子の発芽試験を実施。全域的にフラスコモ属が多数発芽。数は少ないが、ほとんどの地点でネムロコウホネの発芽も確認。ヒシは南西部エリアと南部エリアでわずかに確認される程度。 ・2020年と2021年に底質等の窒素と炭素の安定同位体比を分析。達古武川流域内に高濃度の動物性窒素の供給源がある可能性は低い。
	ウチダザリガニ生息状況		・ウチダザリガニは2020年と2021年に沈水植物再生区画でそれぞれ1個体確認されたのみ。 → 2013年~2021年の調査はヒシ分布域制御区画での捕獲調査を実施。2003年と2004年の調査ではウチダザリガニの生息箇所は湖岸部と河川に集中していたことから、本事業における捕獲調査では湖内における生息状況の実態を把握できていない可能性がある。	

表 12 達古武湖自然再生事業(第2期)における事業成果

(2/2)

項目			第2期(2018~2022年)事業成果概要
モニタリング	事業効果把握のためのモニタリング	ヒシ分布域制御	<p>ヒシ分布域制御区画の植生</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2013年~2018年の連続制御(手刈り)により、全体的にヒシ植被率は低く抑えられ、ネムロコウホネ、マツモ、フサモ、センニンモの植被率が上昇。 ・2019年~2021年(手刈り)は、制御の継続年数による効果の違いを検証。その結果、ヒシ制御は1年目から効果が見られた。一方、2年連続制御後でも、1年休止するとヒシ植被率は30%まで回復。 ・2019年~2021年のワイヤー刈りでは、3年連続制御でヒシ植被率は50%未満に抑えられるが、2年連続ではまだ50%以上残存。 ・手法による制御の効率性は、1区画(30m×30m)あたり、手刈りでは6~7人日、ワイヤー刈りでは、3年連続制御区画で0.7人日、2年連続で1.7人日、新規区画で4~4.5人日。 <p>→ 少ない人員で効率的に広範囲のヒシを制御するにはワイヤー刈りが有効。保全対象種を確実に保全しながらの制御は手刈りが有効。</p> <p>→ 手刈りで新規区画に着手する場合、少なくとも2年間は継続、休止は1年が望ましい。ワイヤー刈り着手の場合は、3年間は継続が望ましい。</p>
			<p>ヒシ分布域制御区画の水質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分布域制御による表層Chl-a値は、全体的に非制御区よりも低い傾向。 ・分布域制御によるアオコ発生が懸念される水質現象は確認なし。
		南部湿地からの栄養塩類流入抑制	<p>南部湿地直上水水質 →負荷量調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2015年に実施された対策で、南部湿地から供給される栄養塩類は抑制された。 <p>→ 必要に応じて、湿地内の水質モニタリングの実施を検討するのが望ましい。</p>
		流域からの栄養塩類流入抑制	<p>河川水位・水質・流量 →負荷量調査</p> <p>(物質収支について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・窒素は、釧路川からの逆流量に経年変動はなし。河川からの流入量は多雨年の2016年で最も多かったが、流出量は降水量が最も少ない2010年で多かった。流出量の差分としては、少雨年で流出量の方が多いか同程度。 ・リンも、多雨年の2016年で流入量と逆流量が大きく、差分も流入多寡の程度が大きい。 <p>(負荷流入特性について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各小流域における比負荷量(kg/日/km²)は、窒素、リンともに、湖周縁の丘陵地から流れる河川が多い。これらの地域では濃度の高い栄養塩類が流れるが、流域面積が小さいため、湖に流れ込む負荷量(kg/日)全体から見ると、その寄与率は低い。 ・一方、達古武川は、上流域や支流の比負荷量は少ないが、流域面積が大きいことから、湖に流れ込む負荷量の寄与率が高い。 ・達古武川だけを見ても、達古武湖が富栄養化にならないリン負荷許容量を超えた状態が経年的に続いている。