

2. 平成 15 年度の調査・検討成果について

平成 15 年度は、今後の水循環系に関する検討の基礎資料とすることなどを目的として、大きく分けて 6 つの項目について調査・検討を行った。これら 6 つの調査・検討項目と前ページに示した短期作業目標(案)の関係は次の表 2-1 のようになる。

表 2-1 平成 15 年度の調査・検討項目と短期作業目標(案)の関係

No.	調査・検討項目	〔短期作業目標(案)〕
1	気象、水文等に関する既往調査結果のとりまとめ	流域の水循環系の現状と課題の把握
2	河川流出率、流域の水収支に関する概略検討	流域の面開発、河川のショートカット、排水路整備等による影響の推定(水位、水質、流出率の変化について)
3	流域の水理地質に関する概略調査・検討	右岸堤の影響の推定
4	釧路湿原における地下水位観測	各施策の実実施計画策定に必要な事項の推定・把握(p.4表1-2-1参照)
5	河川水環境の保全に関する検討	
6	東部3湖沼における水質調査	

次の表 2-2 には、平成 15 年度実施した調査・検討の成果の概要を示す。表 2-2 に示した 6 つの項目のうち、No.1~2 の成果については「第 1 回水循環小委員会資料」に掲載したとおりである。そこで、ここでは No.3~6 の調査・検討成果について次ページ以降に示す。

表 2-2 平成 15 年度実施した調査・検討の成果の概要

No.	成果の概要
1	流域の気象、主要河川の流況等を整理し、次のことを把握した。 道東は日本海側(道央)と比較すると降雨量が少ない。 釧路川と十勝川・網走川・石狩川の平水・濁水比流量の対比から釧路川の流況が安定している。
2	釧路川、雪裡川、幌呂川、久著呂川の年間平均流出率を算出したところ、年間平均流出率は全ての河川で高い水準で推移している 近年上昇傾向で、久著呂川では1999年~2001年の間は流出率が1を超えるという結果を得た。また、河川流量データが充実している1997年~2001年の河川水の収支について検討したところ、湿原流入量より流出量の方が多という結果を得た。 これには、流域の水理地質的な特性や地下水の涵養機構などが関係していると推察されたが、原因の解明には至らず、今後の検討課題として取り組んでいく方針とした。
3	釧路平野の地形の変遷、現状の地形・地質の概要を既往資料に基づいてとりまとめた。また、幌呂川地区を対象として流域の水理地質に関する予備調査を行い、次のことを把握した。 段丘崖斜面下部の釧路層群中のパイピングホールから常時湧水していた。 段丘崖と湿原の境界は、過去1,000年の間はほぼ同じ位置であった。
4	設置間隔が広く、面的な地下水位分布を把握する上で課題となっていた範囲を中心に、平成15年度冬季に地下水位観測孔を16孔新設した。その際、既設の観測孔において地下水位観測を行い、2003年2月の地下水位コンター図を作成し、次のことを把握した。 地下水位は1/1,000程度以下の緩い勾配で下流の釧路川向かって流れている。
5	水質調査を行った久著呂川をモデル流域として原単位の推定、面源別の栄養塩負荷量の算出、流域レベルの現況負荷量について検討を行い、次のことを把握した。 栄養塩類の9割以上が出水時に高水時負荷として流出する。 栄養塩類の増加量は、久著呂川の境橋~光橋間で大きい。
6	水質に関する現地調査とリモートセンシング解析により、次のことを把握した。 植物プランクトンの細胞数、クロロフィルaと栄養塩類の濃度は、塘路湖が最も高く、次いで達古武沼が高かった。 アオコの分布が風向・風速の影響を受けて変化していた。 達古武沼のベントス・昆虫相は、浅い富栄養の海跡湖の貧毛類群集の特徴を示した。

表 2-2 の No は、表 2-1 の No と調査・検討項目に対応する。

2-1 . 流域の水理地質に関する調査・検討成果

流域の水循環系を保全するためには、流域の水・物質移動の機構を解明し、水循環系の現状と課題を明確にして適切、かつ、効果的な措置を講じていく必要がある。

流域の水理地質構造は、

- 地下水涵養・中間流出などの流域の水収支・水移動に関する機構の把握
- 湿原内における改変が地下水に及ぼす、あるいは及ぼした影響の予測・評価

等を行う上で基礎的、かつ、重要な情報になると考えられる。

平成 15 年度は、流域の水理地質に関する既往資料をとりまとめるとともに、湿原の再生を計画している幌呂川地区を対象に水理地質に関する予備調査を行った。

【 調査・検討成果 】

現在の釧路平野は、太平洋の内湾であったことが知られている。

釧路沖の海底には千島海溝の底にまで達する長大な海底谷があり、陸上へ追跡するとちょうど釧路平野にのびる。この海底谷は、地質構造や地殻変動に関わる釧路平野の発達を大局的に決めていると考えられる。

釧路川は、砂丘列の最東端部と東側の釧路段丘との間を流れて外洋に注いでいたが、砂丘列による閉塞のため内湾では洪水が頻発し、河口部では釧路港への土砂流入が激しかった。このような問題を解消するため、釧路川を分流し、砂丘を横断する新釧路川がつくられた。

釧路湿原の地盤高は、南東部で 2～3m、南西部で 6～7m、低地中央部の久著呂川と雪裡川の合流点付近で 5m、低地北端部で 10m 以上となっていて、全体としては西及び北が高く、南東部が低い。最も地盤高の低い部分は釧路川及び雪裡川の最下流部に当たり、河川沿いに 2m 以下の土地が細長く連続する。これに対し、釧路平野西部の阿寒川及び仁々志別川沿いの地域では地盤高がやや高く、阪口・大竹（1959）はここを扇状地性三角州と推定している。河川沿いの自然堤防は、平野北部の久著呂川沿いで最も顕著である。

釧路川流域の表流水の流れの方向は、大きくは北東から南西（釧路川）及び北西から南東（鶴居丘陵から湿原）に向かう流れに分けられる。

屈斜路湖と摩周湖との間には、摩周火山に由来する軽石流が主体の火砕流堆積物による平坦な地形が広がっている。このような地域には表流水がほとんど見られない。これは、天水の地下への浸透量が多いためと思われる。

また、鶴居丘陵の地下水位は、丘陵地を流れる河川水の水位と大差がないほどに著しく低い。これも、火砕流堆積物や釧路層群の透水性が高く、地中深くまで水が浸透しやすいためと考えられる。

流域に降り注いだ天水は地下に浸透し、その一部が透水性の良好な火砕流堆積物や釧路層群等を通じて周辺河川に供給され、釧路湿原に流入している。場所によっては、より深く浸透して地下流動する地下水と二層（地表と地下）を成して釧路湿原に供給されているものと考えられる。

次の図 2-1-1 に釧路平野の地形の変遷を、表 2-1-1 に釧路湿原周辺の更新統の層序対比を、また、図 2-1-2 に釧路地方の地形・地質の模式図（現代）を示す。

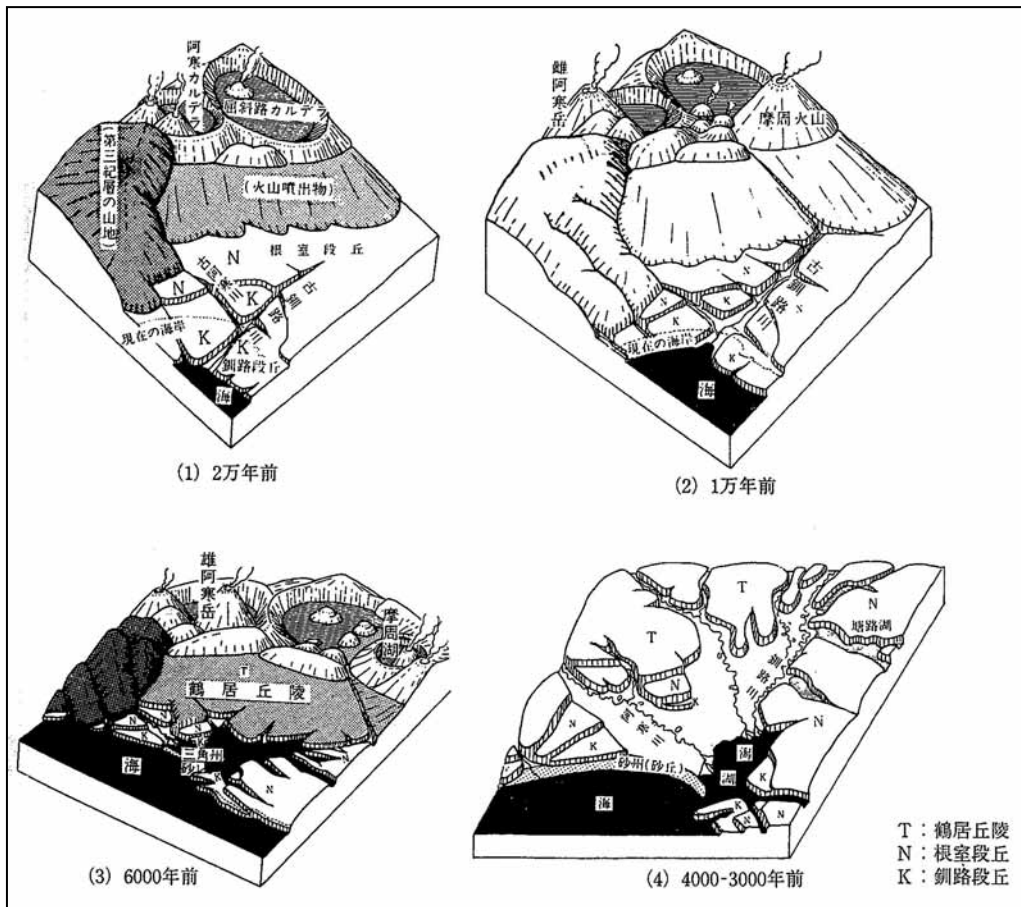


図 2-1-1 釧路平野の地形の変遷 (釧路市史編纂事務局, 1988)

表 2-1-1 釧路地域の更新統層序対比 (松井編集)

(出典: 日本の地質「北海道地方」編集委員会編, 1993)

地質時代	大楽毛— 釧路地域		鶴居丘陵地域		F.T. 年代
	南部	北部	南部	北部	
更新世	後期	段丘堆積物	段丘堆積物	段丘堆積物	0.11~0.13Ma 阪口・奥村 (1986英)
10~15万年前	後期	屈斜路火砕 流堆積物			
100~150万年前	中期	大楽毛層	宮島累層		1.24±0.1 宮田ほか・Ma (1988)
		城山層	阿寒降下火砕堆積物	釧路層群	
~250~350~万年前	前期	釧路層群	塘路累層	塘路累層	帆呂層
		達古武累層	達古武累層	達古武累層	帆呂層
鮮新世		床丹層	阿寒層群		

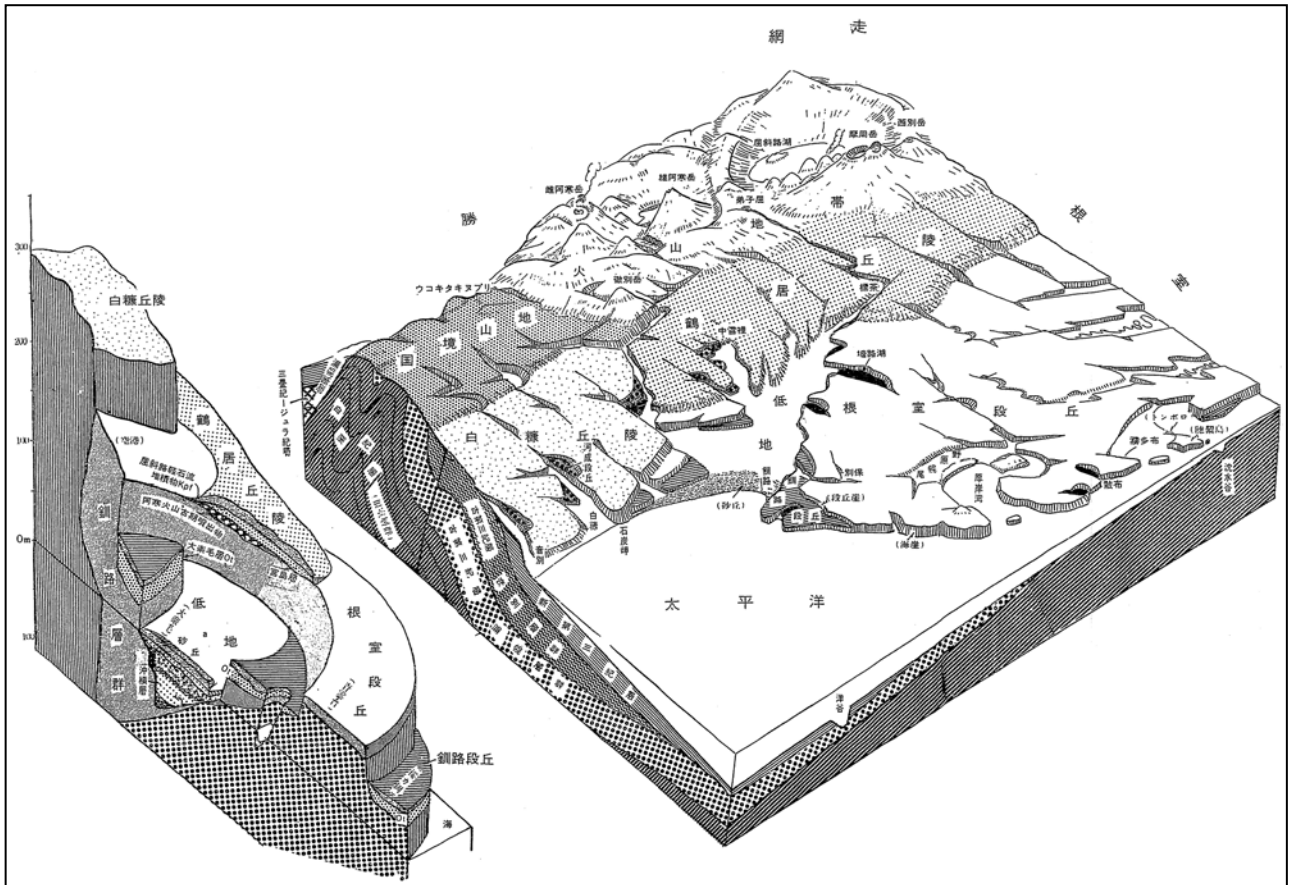


図 2-1-2 釧路地方の地形・地質の模式図（現代）
 （出典：釧路叢書第 7 巻 釧路の地質，岡崎由夫著，1966）

水理地質に関する予備調査結果

平成 15 年度は、幌呂川地区湿原再生区域周辺の地形・地質について、湧水などの水理地質に考慮した予備調査を実施した。

調査により、湧水地点は、a) 基盤の釧路層群中、b) 釧路層群と海成砂層との不整合境界付近、c) 河成礫層と海成砂層との不整合境界付近の 3 地点で見られることが判った。この内、常時湧水していたのは、斜面下部の釧路層群中のパイピングホールからである。

段丘崖斜面下部の湿原との境界付近には小起伏平坦面が見られ、その内部構造から、小起伏平坦面の形成は約 1,000 年前までさかのぼることが明らかとなった。このことにより、本地点は、1,000 年前から湿原との境界位置がほとんど変化していないことが判った。（調査結果の詳細は、巻末の資料編 p.1～4 に示す。）



2-2. 釧路湿原における地下水位観測結果

釧路湿原では、これまでも多数の地下水位観測施設を設置し、地下水位を継続して観測してきた。観測施設は、釧路湿原で検討されている様々な課題に対処するために地下水位に関する情報が必要になった箇所から順次設置していった。このため、設置観測の疎密が生じ、湿原全体の面的な地下水位分布等を把握する上での課題となっていた。

そこで、平成 15 年度は、以後の調査・検討に資する目的で、地下水位観測施設を 16 箇所新設した(図 2-2-2)。これら新設した観測施設の多くは、結氷期でなければ設置箇所まで行くことができない場所にあることから、新設箇所の地下水位も加味した湿原の地下水位分布の把握は平成 16 年度冬季以降になる。

ここでは、これまでの観測結果をもとに、河川水位と地下水位の連動性及びその連動の程度と過去に生じた植生変化の関係等について示す。(河川水位と地下水位の変位比較図は、巻末の資料編にまとめて示す。)

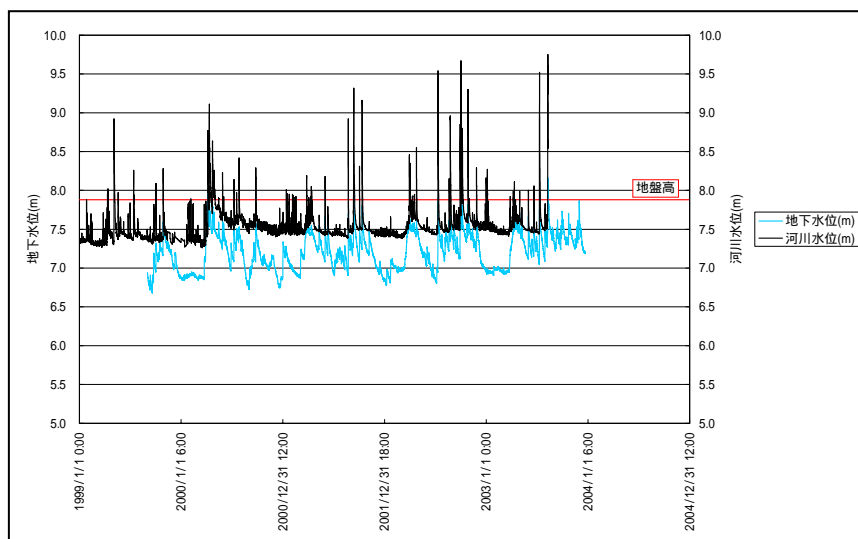


図 2-2-1 幌呂川河川水位と 3803 孔の地下水位
(河川水位と地下水位の連動性が高い。ハツレ林に変化している。)

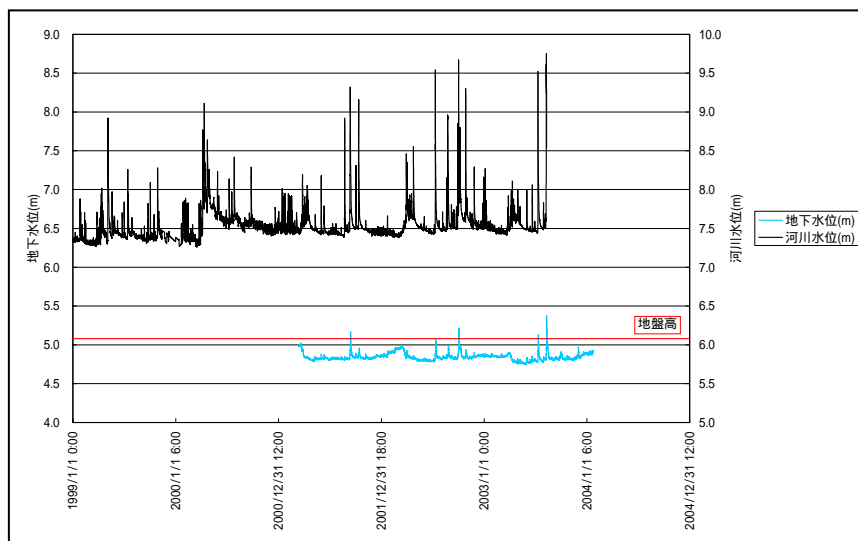
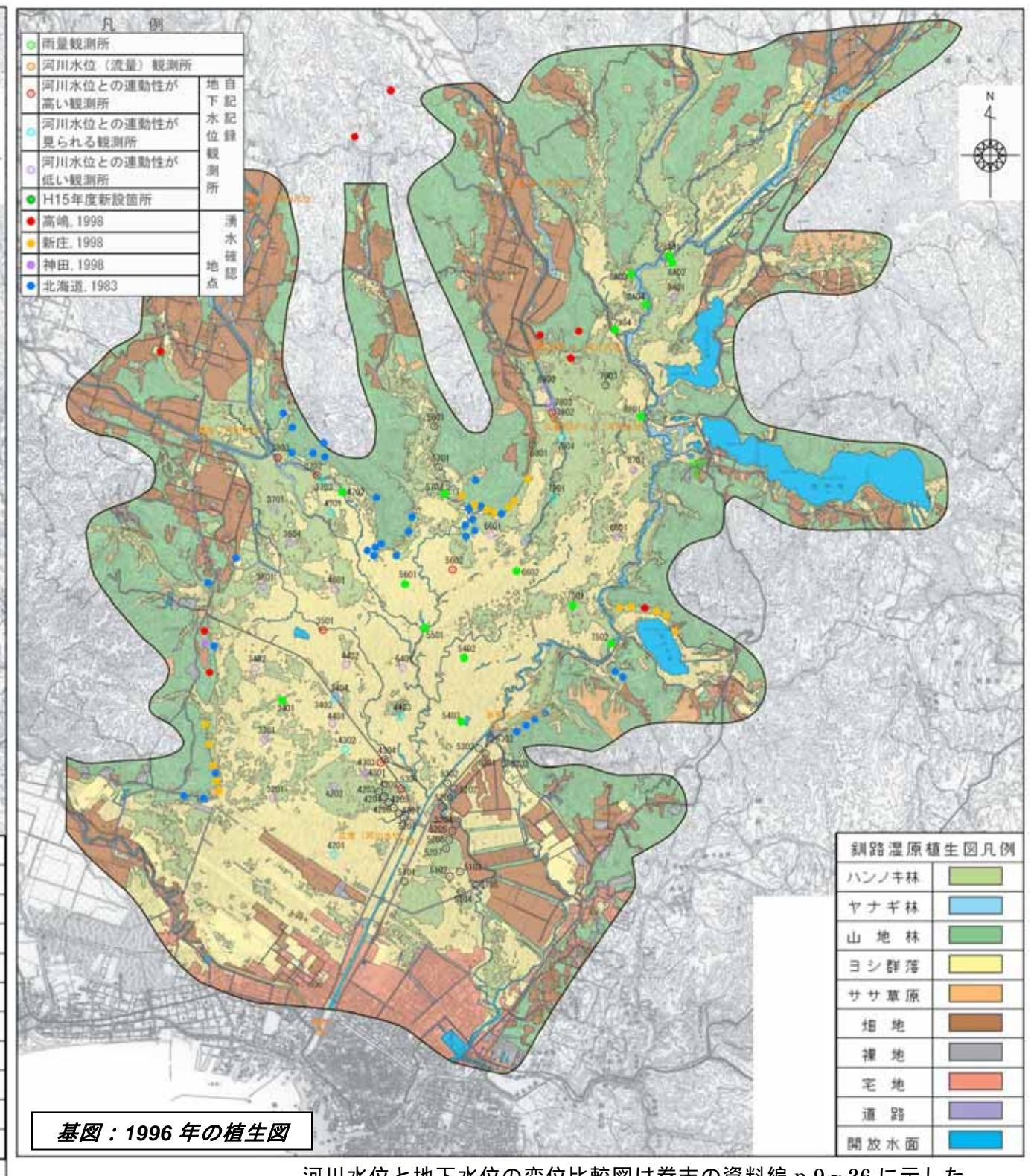
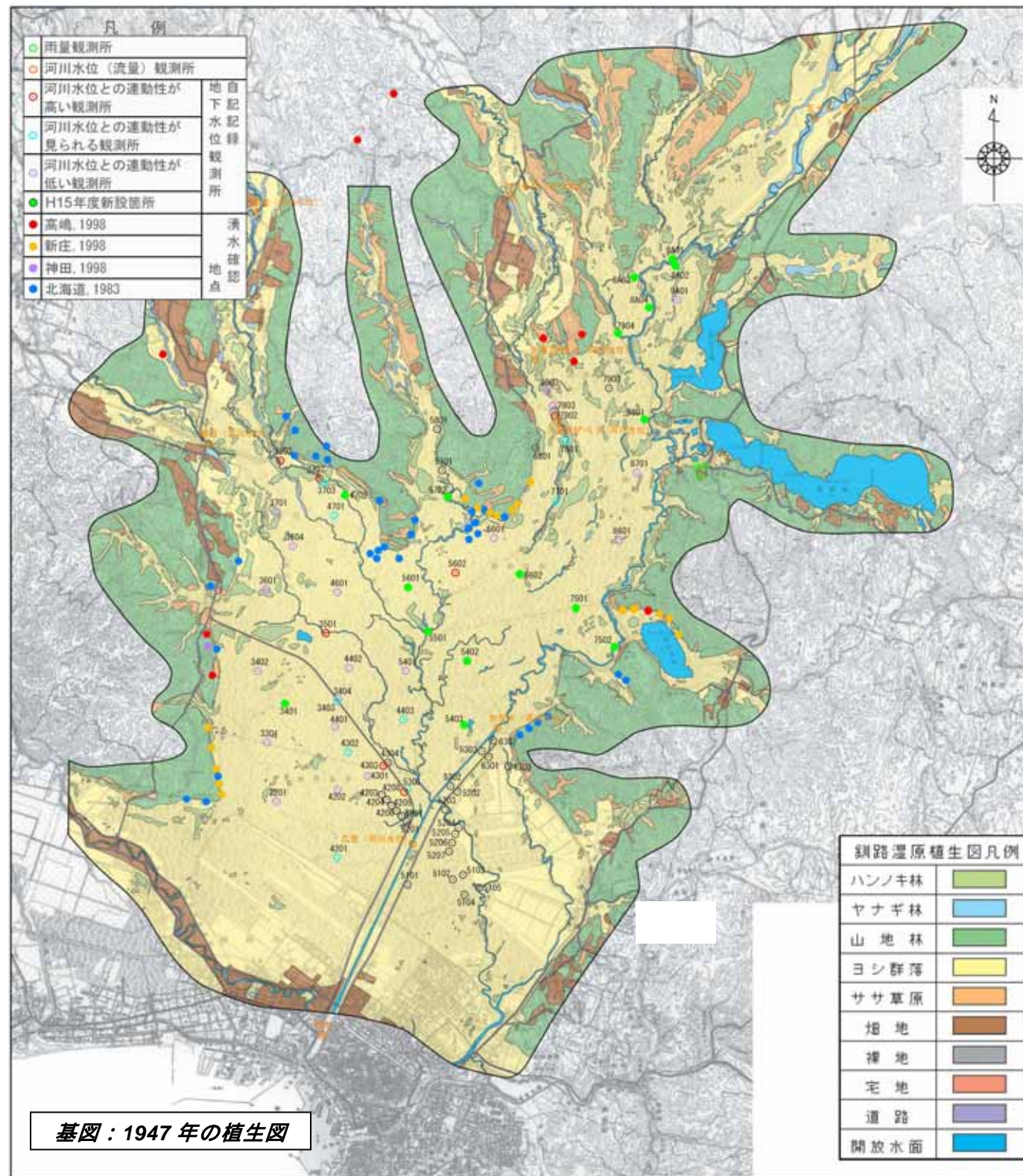


図 2-2-1 幌呂川河川水位と 4601 孔の地下水位
(河川水位と地下水位の連動性が低い。周辺はハツレ林に変化している。)



河川水位と地下水水位の変位比較図は巻末の資料編 p.9～26 に示した。

図 2-2-2 河川水位 - 地下水水位の連動性と植生変化について

2-3. 河川水環境の保全に向けた調査・検討

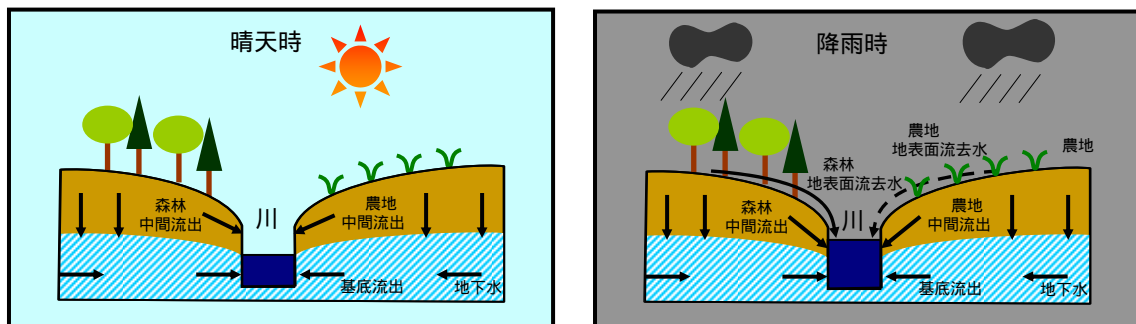
2-3-1. 調査の目的と背景

- ・ 釧路湿原の河川環境保全に関する提言では、流域からの栄養塩類の負荷を各種対策により、現在より2割削減することとされている。
- ・ そのため、久著呂川をモデル河川として、提言に基づく各種対策による栄養塩類の負荷2割削減の実現に向けた検討を行っている。

2-3-2. 負荷削減対策について

湿原生態系の保全に向けては、面的負荷源である農地系の表面流出（特に出水時）を削減するため、**緩衝帯及び土砂調整地による流域対策及び個別対策**（負荷軽減対策）が考えられ、モデル流域において窒素及びリンの具体的な削減方法について検討を行うこととする。

《 水質形成の概念図 》



《 流域対策のイメージ 》



図 2-3-1 水質形成と流域対策の概念

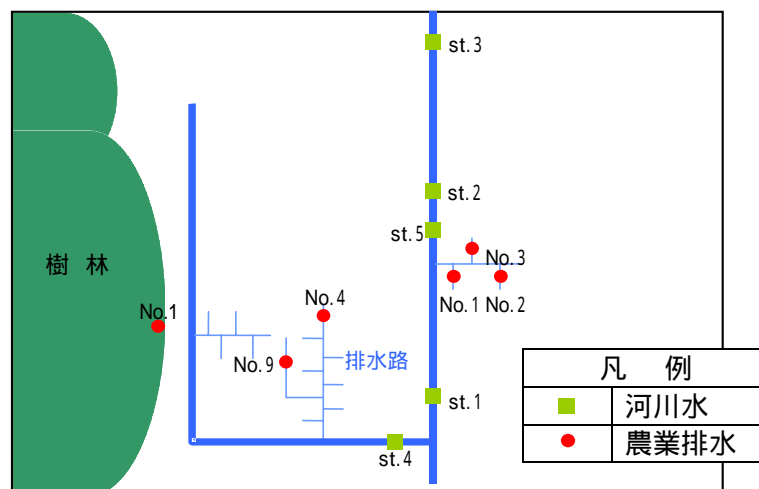


図 2-3-2 モデル流域図

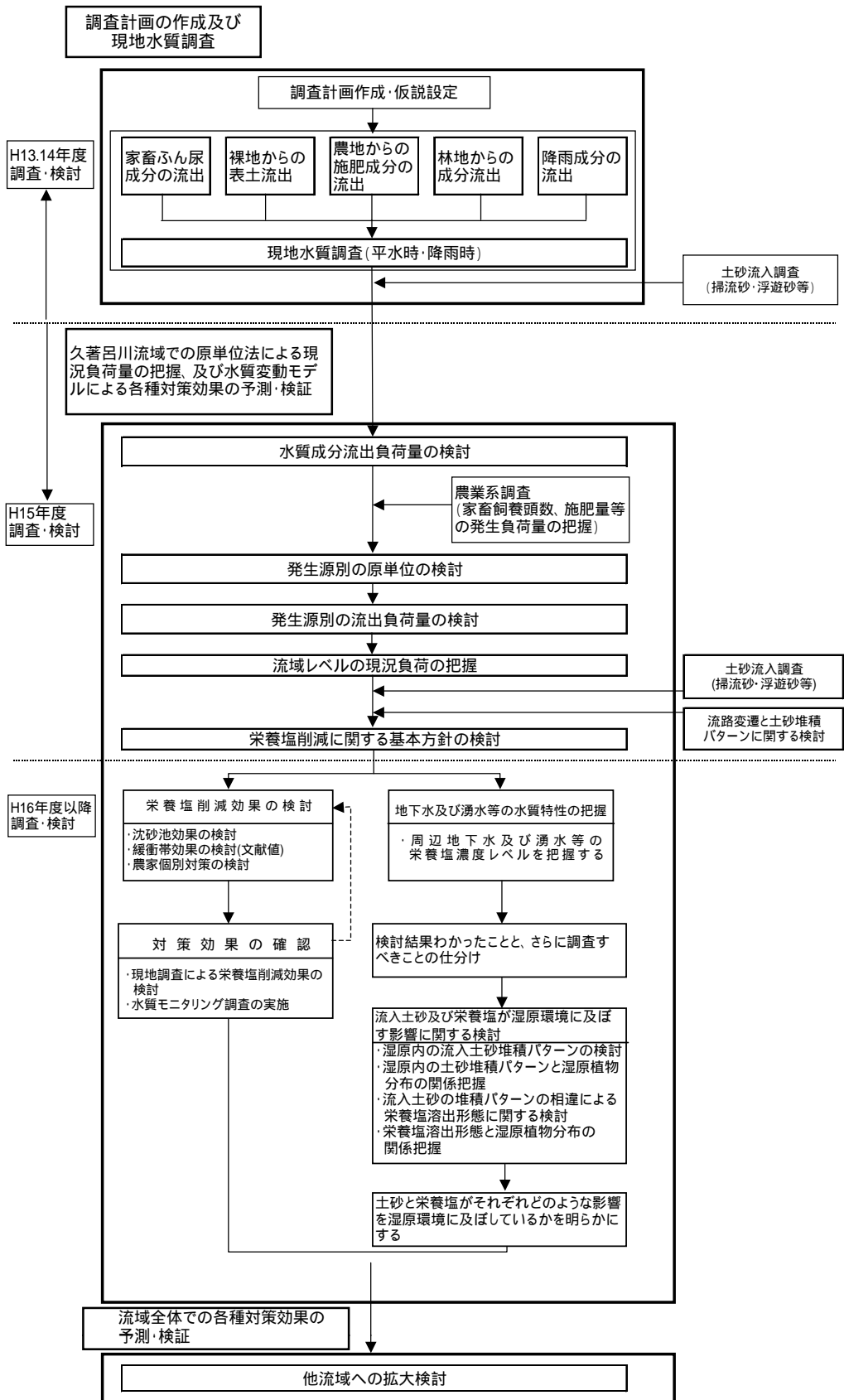


図 2-3-3 水環境保全に関する調査・検討フロー

2-3-3. 検討結果と今後の方針

1) 平成 14～15 年度の検討内容

平成 14～15 年度は、釧路湿原保全に資するため、過年度の水質調査、既存資料をもとに久著呂川流域で発生する栄養塩負荷の実態を把握検討するとともに、次年度の栄養塩削減に関する基本方針の検討を行った。

(1) 検討内容

平成 15 年度の検討フローを図 2-3-4 に示す。

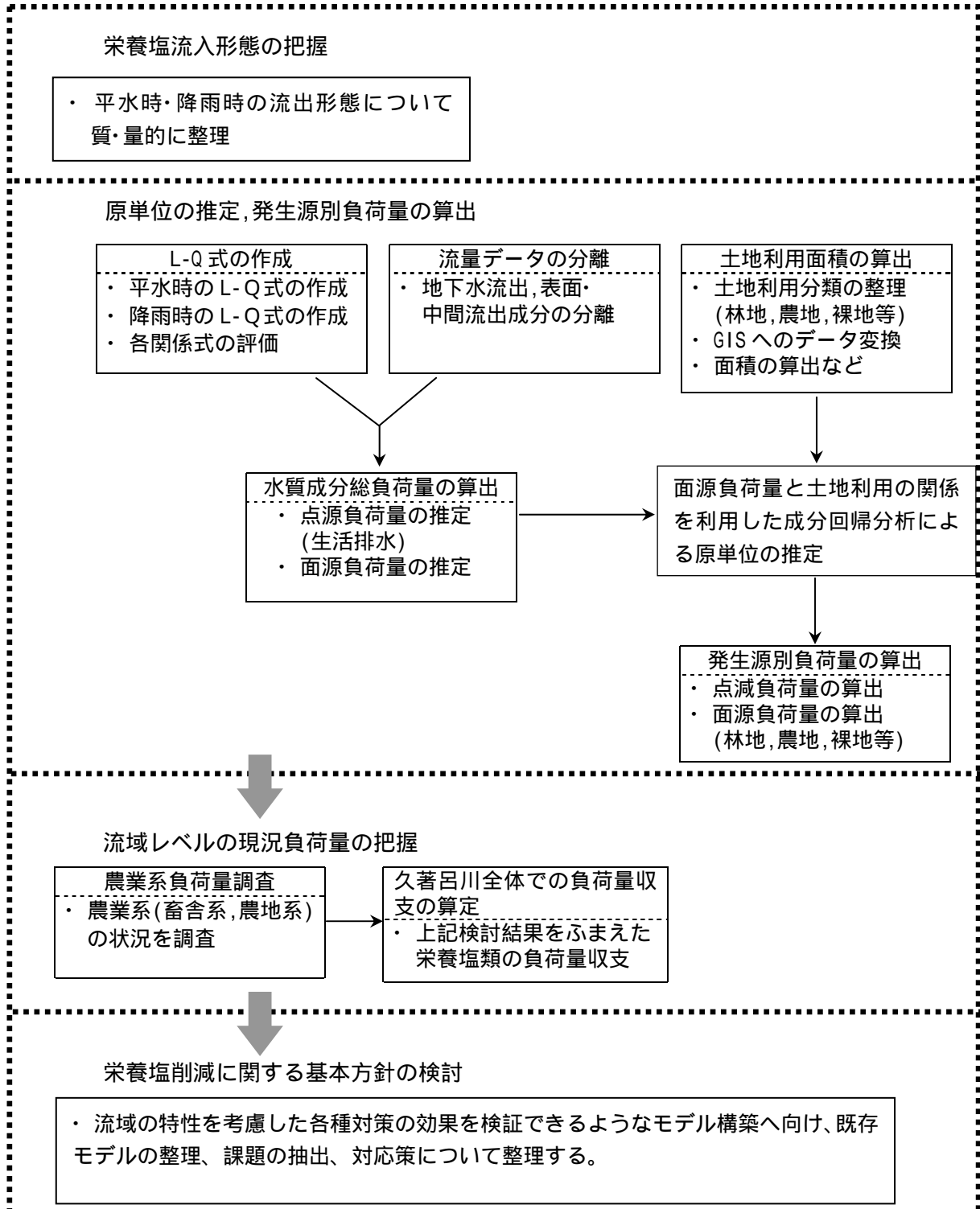


図 2-3-4 検討フロー図

(2) 検討結果

栄養塩流出形態の把握

平成 14 年度に実施した栄養塩濃度及び流出負荷量を図 2-3-5 に示す。

【栄養塩濃度】

・降雨時は、河川水、農業排水等で濃度が増大して平水時の約 3~10 倍程度となる。

【栄養塩流出負荷量】

・降雨時の流出負荷量は、濃度の増加、流量の増加という相乗効果により平水時の約 8~400 倍程度の値を示す。

【栄養塩流出形態の割合】

・平水時は、河川では硝酸態窒素、懸濁態リン、農業排水は有機態窒素、溶存態リンが優先する。

・降雨時は、河川では有機態窒素、懸濁態リン、農業排水は、硝酸態窒素、懸濁態リンが優先する。

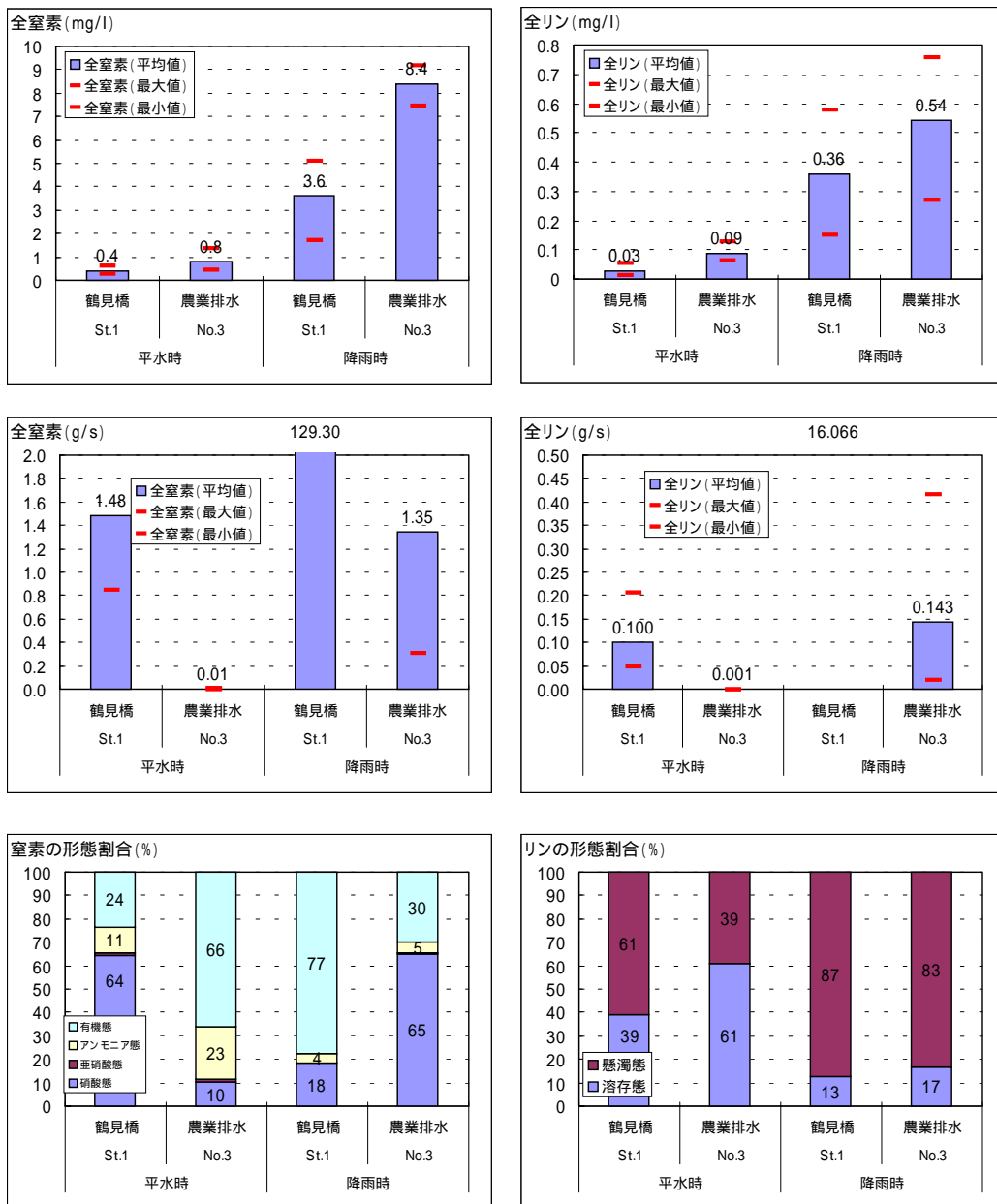


図 2-3-5 平水時及び降雨出水時の栄養塩濃度・流出負荷量及び形態の比較

(上段：栄養塩濃度、中段：栄養塩流出負荷量、下段：栄養塩流出形態の割合)

原単位の推定, 発生源別負荷量の算出

水質調査を行った久著呂川下流部をモデル流域として原単位の推定を行った。さらに航空写真等により土地分類を行い、久著呂川流域における面源別の栄養塩負荷量の算出を行った。

-1 水質成分総流出負荷量の算出

河川流域から流出する水質成分負荷量は、流量変化によって大きく変動する。水質成分負荷量の発生や流出は、低水時と降雨時や融雪時とでは、大きく異なる。従って、水質成分総流出負荷量を的確に推定するためには、低水時と高水時を区分し、合わせた量を総負荷量とする方法が有効と考えられる。

そこで、水質成分総流出負荷量の推定は、以下の図 2-3-6(1), (2) 手順に従って行った。

2本のL-Q式(低水時L-Q式、高水時L-Q式)と2流量成分(表面・中間流出成分、地下水流出成分)について、低水時のL-Q式には地下水流出成分流量を代入して、365日分を積算した値を低水時負荷量とし、同様に高水時L-Q式に表面・中間流出成分を代入して高水時負荷量を求める。そして両方の値を合わせた値を年間総負荷量とする。

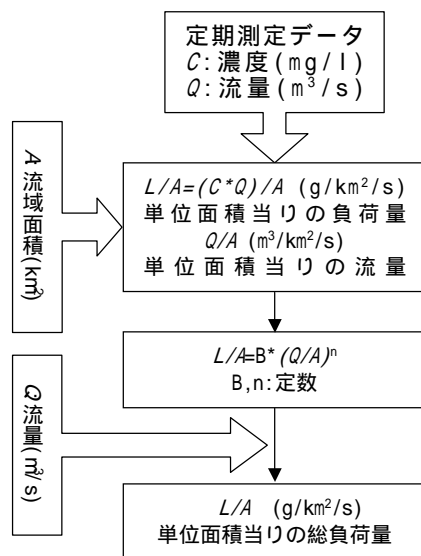


図 2-3-6(1) 水質成分の総流出負荷量の推定方法

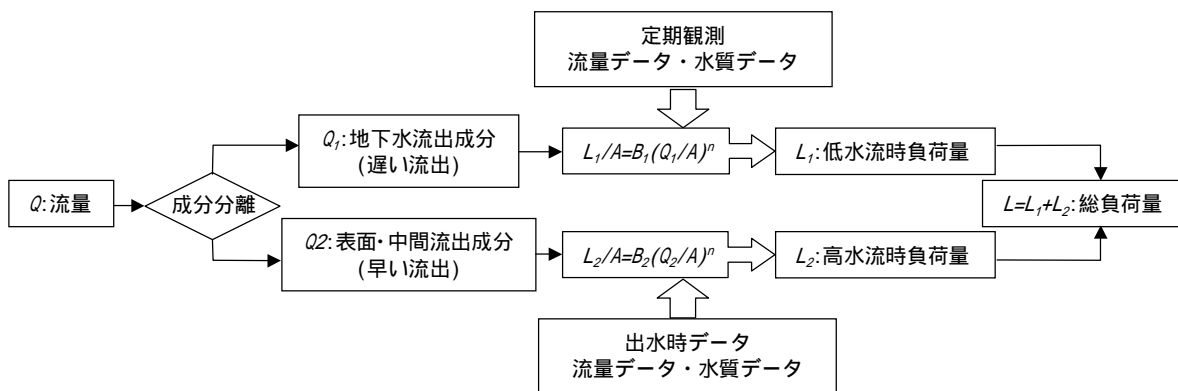


図 2-3-6(2) 流量の成分分離に基づく総負荷量の推定方法

検討結果を図 2-3-7 に示す。高水流量に対して、各成分の高水時流出負荷量で高い割合を示す。出水時には高流量、高濃度となり、流出負荷量としては相乗的に高くなるためである。

高水時流出負荷量の総流出負荷量に対する割合は、融雪期の 4 月、秋季の降雨出水期に相当する 7～10 月に集中し、高水時負荷量として流出しており、項目別では T-P が 93～96%、T-N が約 92～96% となっている。特に降雨の影響を受ける 10 月で流出量が多い。

- ・ 栄養塩類の 9 割以上が融雪期の 4 月、秋季降雨時の 7～10 月の出水時に高水時負荷として流出することが明らかとなった。
- ・ 栄養塩類の増加量は、久著呂川の境橋～光橋間で大きいと推定される。

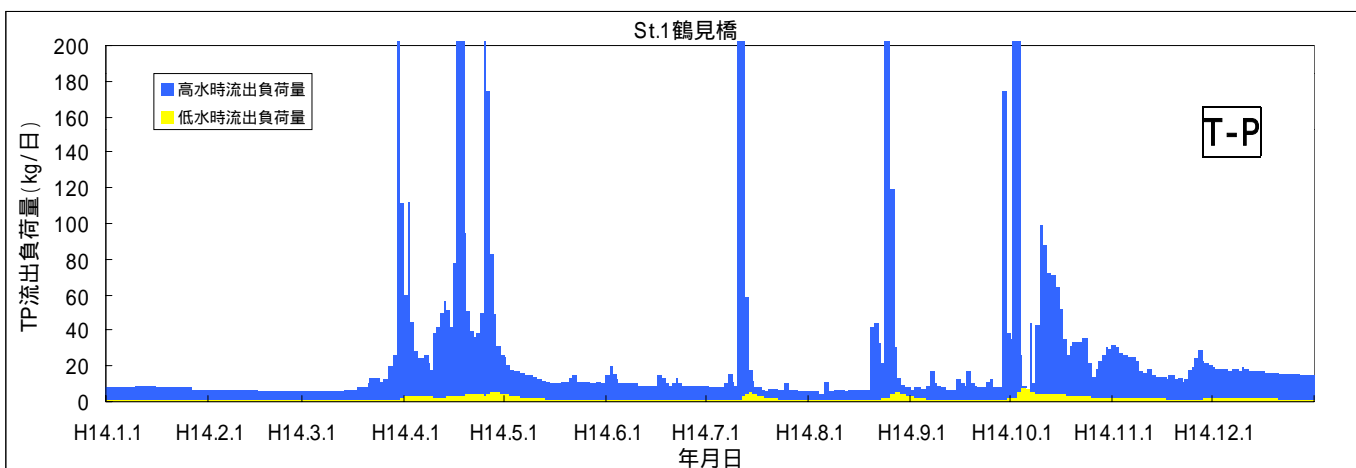
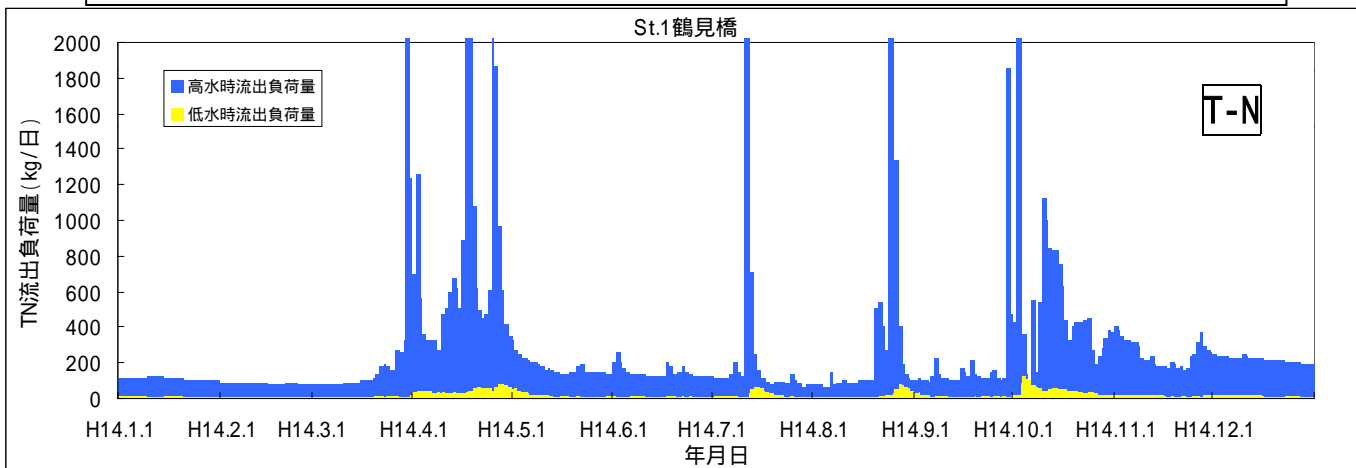
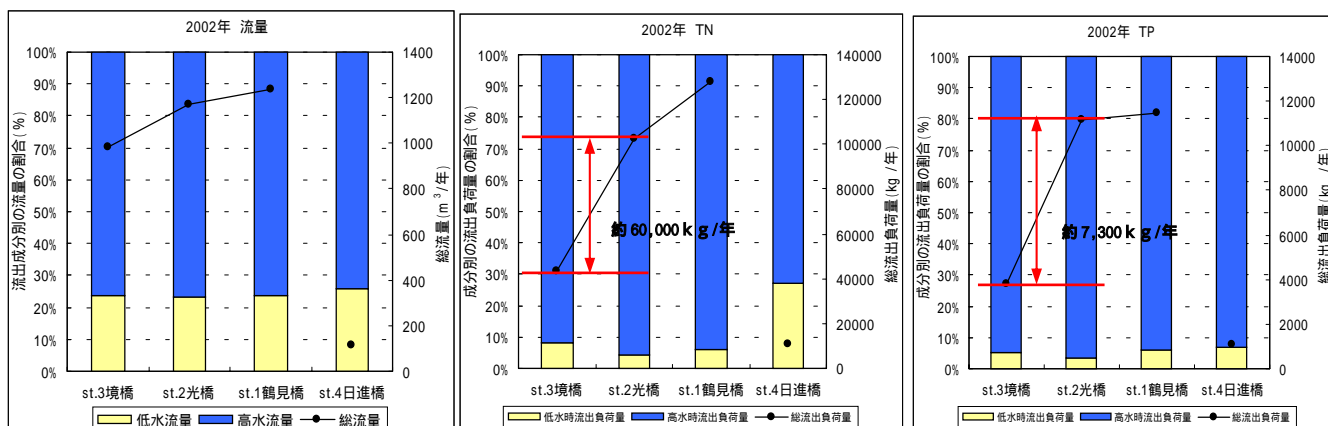


図 2-3-7(1) St.1 における TN (全窒素) TP (全リン) の流出負荷量



注) St.3～1 と St.4 は、流域が異なる。

図 2-3-7(2) 低水時・高水時の流出負荷量とその割合

-2 土地利用面積の算出

土地利用面積は、平成 14 年 9 月 19 日撮影の 1/12,500 の縮尺の空中写真、一部の不足部分については自然環境情報図（環境省）を用いて整理した。

検討地点の流域区分 A～D に応じた土地利用状況を図 2-3-8 に示す。

流域の土地利用は、「林地」、「牧草地」、「畑地」、「裸地等」及び「その他」に区分した。なお、面源発生源としては、「林地」、「農地（牧草地 + 畑地）」、「裸地等」を考えた。

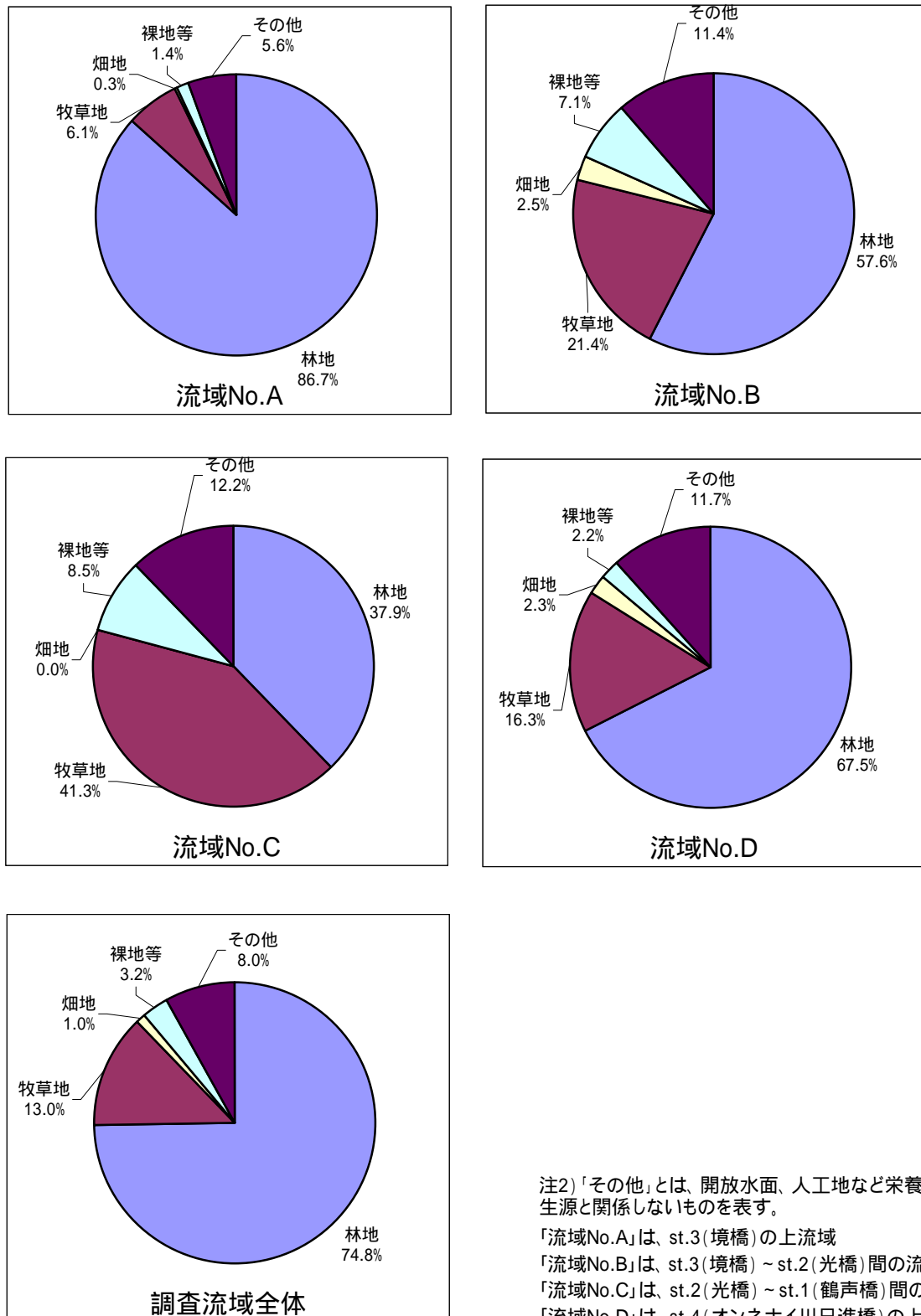


図 2-3-8 土地利用別面積割合

-3 原単位の推定及び発生源別負荷量の算出

-3-1 推定方法

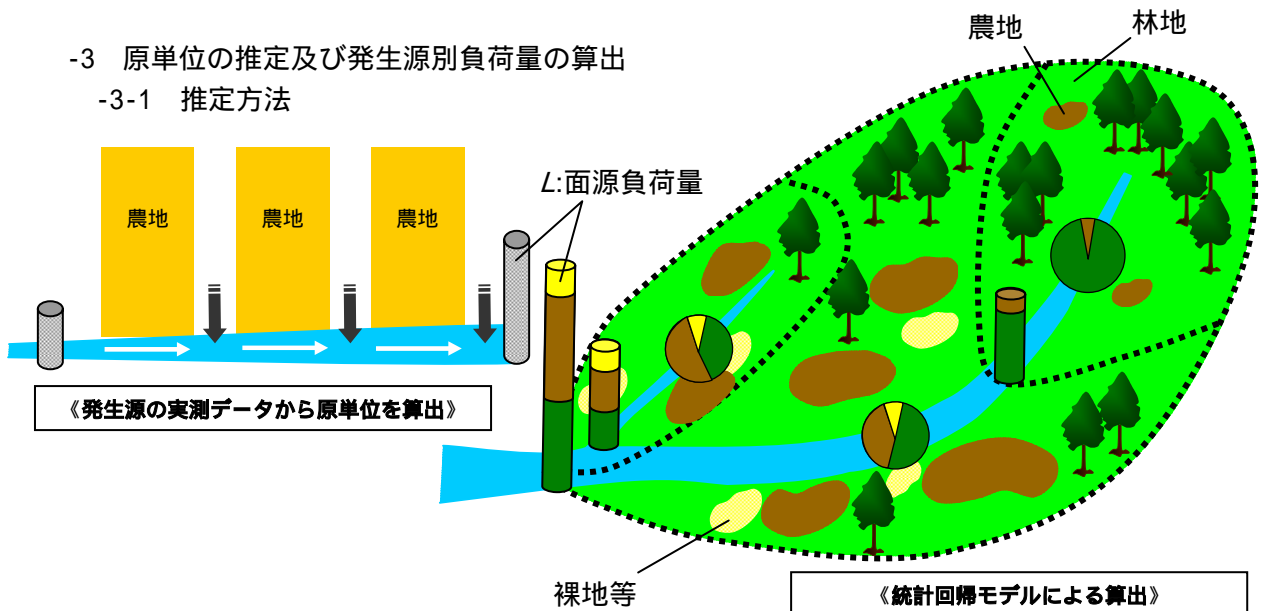


図 2-3-9 推定方法の概念図

面源とされる土地利用の「林地」、「農地」及び「裸地等」について、統計回帰モデル（成分回帰分析）を用いて単位面積当たりの負荷発生量(kg/km²/年)を求めることとする。

また、発生源別負荷量は、「発生源別の原単位」×「土地利用面積」 によって算出した。

-3-2 結果

【現時点での課題】

本検討では、統計回帰モデルによって「林地」、「農地」、「裸地等」の原単位を算出したが、崖地や河道等など、面源として表現できない土地からの流出（主として土砂と挙動を共にするもの）があることが明らかとなった。

【今後の対応方針】

他手法（例えば、発生源の実測データから原単位を算出等）による原単位の妥当性について詳細に検証する。

流域レベルの現況負荷の把握

既往資料、現地調査結果等に基づき久著呂川流域の窒素収支計算を行った。

-1 算出方法

算出方法を表 2-3-1 に示す。

栄養塩削減に関する基本方針の検討

本検討は、流域レベルでの栄養塩負荷量収支の結果を踏まえ、流域の特性を考慮した各種対策の効果の検証・予測を行うためのものである。

-1 対策効果の確認条件

対策効果の確認にあたっては以下の条件の実現性を含めて検討し、施策評価を行える範囲で可能な限り単純化したものを目指す。

- ・ 土地利用別（森林、裸地、農地）に各種対策の効果を予測・評価できること。
- ・ 農業系の負荷が変動した場合（家畜頭数増減、施設整備の進捗等）の予測ができること。
- ・ 流域の地形条件（傾斜等）を反映できること。（下流部での検討結果を上流部に適用する場合、その地形的な傾斜の違いを考慮する）
- ・ 出水時期が異なる場合、その時々での流出負荷量を再現できること。（春、秋ではふん尿施用状況や牧草生育量が異なり、負荷の流出状況に影響する。それを考慮する）
- ・ できる限り少数の観測地点・観測項目でモニタリングできること。（調査の経済性等を考慮）

-2 課題と対応策

複数の水質評価モデルについて検討した。これら水質評価モデルは、独自の特徴を有しているが、久著呂川で直接適用できるものではない。今後は、これら既設モデルをベースとしてモデル構築の目的を満足し、かつ湿原流域の自然的、社会的特性に合ったものを再構築していく必要がある。

モデルの構築には長期間を要することが想定されるため、当面は簡易モデル（NPフロー）での予測・評価を行うとともに、長期的な視点で研究機関（開土研、根釧農試等）の協力関係を得ながらより精度の良好なモデル構築を行うことが重要である。

- ・ 水質の予測、評価は、当面、NP フローをベースに水質評価を行える程度の簡易モデルを構築する方向で進める。
- ・ 水質評価モデル構築にあたっては、研究機関（開土研、根釧農試等）の協力を頂きながら進める。

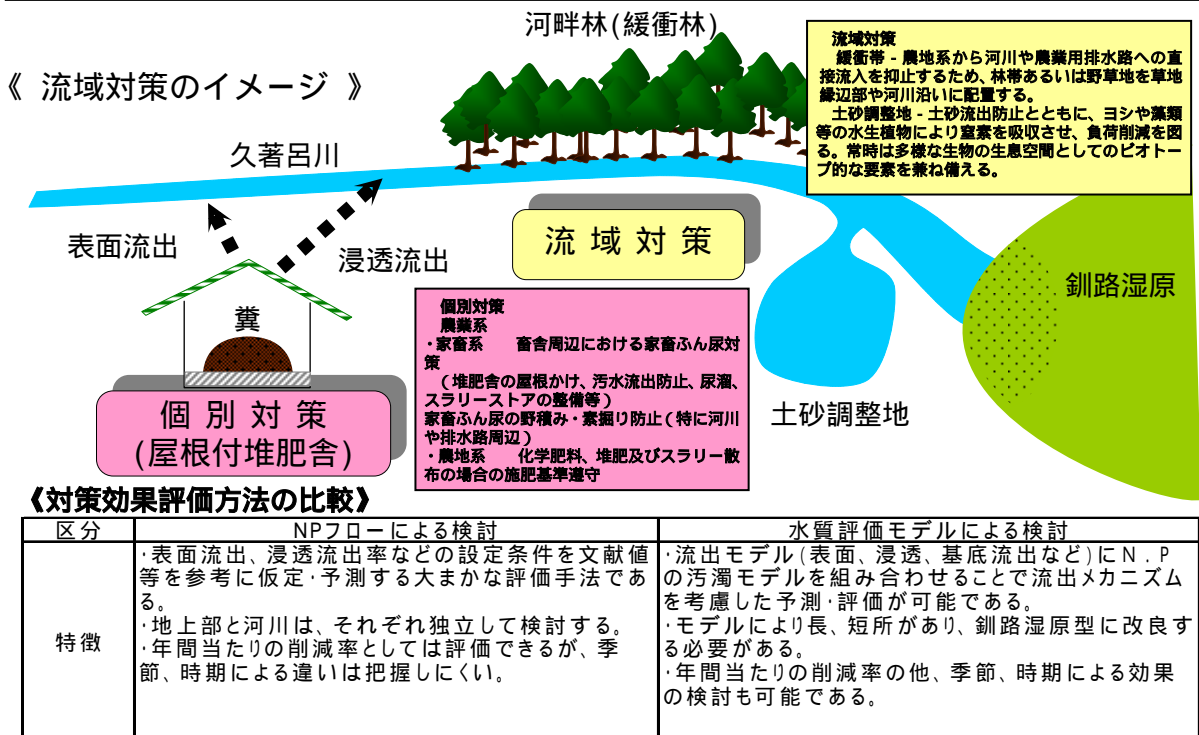
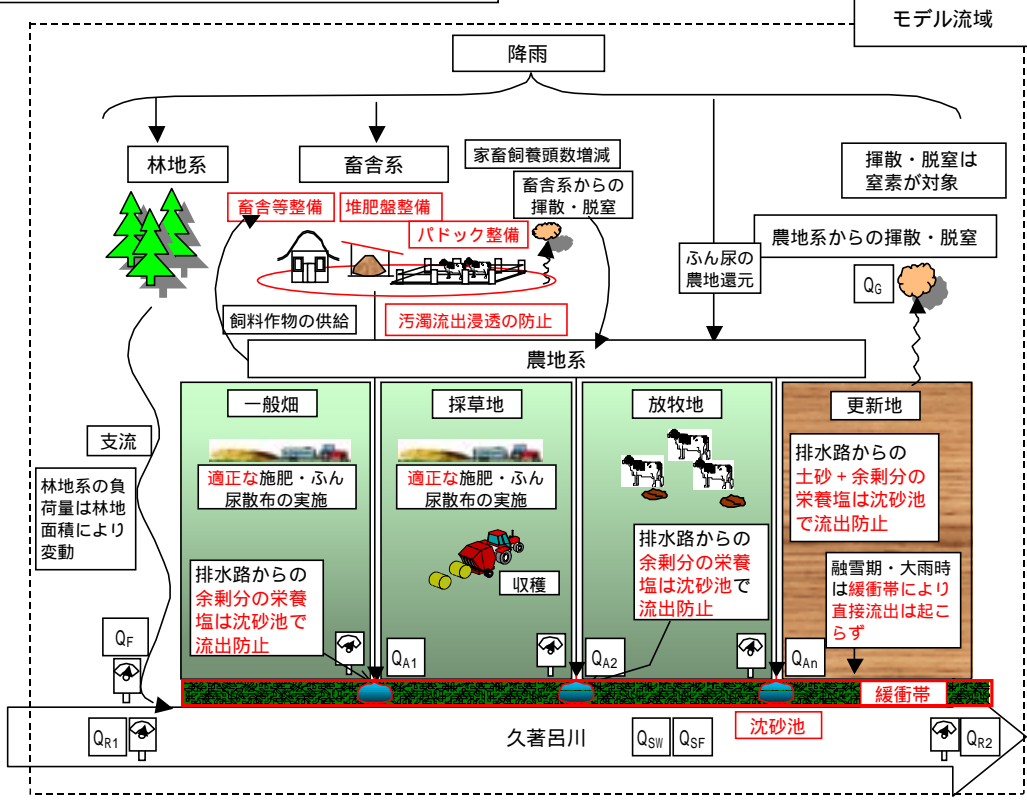


図 2-3-10 対策予測手法の比較

農業系、林地系からの負荷発生・流出状況
【現況】と【計画】の比較

【計画】= 保全対策と施設整備が行われ、家畜飼養頭数増があっても、負荷削減される



【現況】

- モデル流域での負荷量は、以下の5種類に大別される。
 - 人為的な発生負荷として、畜舎系及び農地系
 - 自然による発生負荷として林地系、降雨
 - 河川では、上下流域の負荷量差及び河川内の底質
 - 排水路を通して(あるいは農地から直接)河川へ余剰分の栄養塩が流出
 - 揮散・脱窒(窒素を対象とする場合のみ)
- これら発生要因別に流量や濃度を測定し、モデル流域内での現況における収支計算を行う。

【計画】

- 計画においては、流域対策や個別対策が行われることにより、負荷量が削減される(対策・効果は図中の赤字で表示する)。
- この場合、ふん尿処理施設や流域対策(緩衝帯・沈砂地)の整備状況も考慮した水質変化量を推定する。
- 各年次毎に水質の収支計算を行い、施設整備や保全対策の進捗状況と照らし合わせて、各要因別の水質浄化の貢献度を算定し、効果の検証を行う。

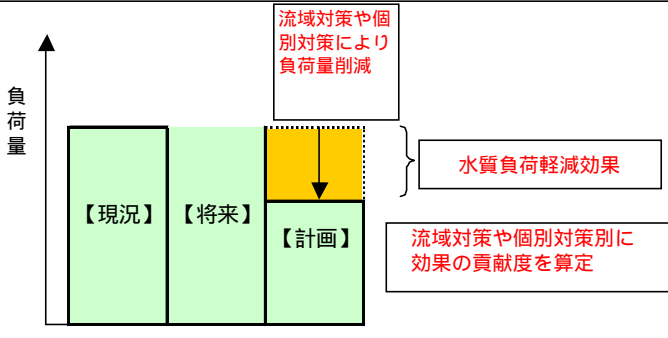


図 2-3-11 負荷削減効果のイメージ

2-4 . 東部 3 湖沼における調査結果

2-4-1 . これまでの経緯と調査・検討の流れ

1) 自然環境保全上の問題点・課題

釧路湿原の東部に位置するシラルト口沼、塘路湖、達古武沼は、流入河川や湧水などにより水が供給され、各種水生生物が生育し、湖沼の周辺にはヨシ等の低層湿原など多様な自然環境が残されている。

しかしながら当該 3 湖沼においては、近年、河川からの栄養塩類、土砂の流入等に伴う富栄養化や湖底の浅化、釧路川の逆流等により、複雑な生態系のメカニズムが変化しつつある。その結果、アオコの発生、湖沼に生育する水生生物種の減少・生育環境の悪化など、自然環境や生育する生物の多様性に変化が生じつつあることが指摘されている。

アオコの発生状況は、3 湖沼の中では塘路湖が最も顕著で、次いで達古武沼となっており、漁業や観光、周辺環境に影響を及ぼしつつある。

水生植物は窒素・リンなどの栄養塩類を除去する働きがあり、水質浄化に果たす役割も大きいですが、3 湖沼では、水生植物の確認種数はかなり減少している。特に 1991 年から 2000 年の減少が著しく、シラルト口沼では 22 種から 14 種、塘路湖では 12 種から 8 種、達古武沼では 20 種から 14 種に減少している。



図 2-4-1 調査・検討の流れ

2) 平成 15 年度の成果概要

平成 15 年度の調査内容及び成果の概要を次の表 2-4-1 に示す。

表 2-4-1 平成 15 年度の調査内容と成果の概要

調査項目	成果の概要
湖沼流入・出河川における負荷量調査	河川水以外の流入水の存在が示唆された。 塘路湖におけるアオコ発生の要因としては、硝酸態窒素の流入負荷量の大きさが挙げられ、特にアレキナイ川の寄与率が高かった。
湖沼における水質及び生物調査	植物プランクトンの細胞数、クロロフィルaと栄養塩類の濃度は、塘路湖が最も高く、次いで達古武沼が高かった。 達古武沼を対象に行った水生植物調査により、湖沼全体の46%の範囲で水草が生育していることを確認した。 達古武沼では、ベントス・昆虫相は浅い富栄養の海跡湖の貧毛類群集の特徴を示した。
リモートセンシング解析	湖沼内のクロロフィルa濃度の平面分布を把握した。定点における水質調査結果と同じように、平面的に見てもクロロフィルa濃度は塘路湖が最も高く、次いで達古武沼が高かった。 湖沼周辺の風向・風速の関係から、アオコの分布が風向・風速の影響を受けて変化することを把握した。

2-4-2.3 湖沼におけるアオコ水質調査

1) 目的

達古武沼、塘路湖、シラルトロ沼におけるアオコの発生状況を把握するとともに、その要因となる栄養塩類濃度などの水質環境について調査し、今後の対策検討のための基礎データを収集することを目的として行った。

2) 調査の位置と内容

図 2-4-2 に示す位置において、アオコ発生状況の目視観察、採水しての植物プランクトン(出現種数・種構成・現存量)及び栄養塩類等に関する分析を行った。この調査は、8月から藻類の活動が収束してくる11月まで合計5回行った(8月に2回、9月～11月まで1回/月の頻度で行った)。

また、3湖沼のクロロフィル a 濃度の平面分布を把握するため、航空写真及び衛星画像を用いたリモートセンシング解析を行った。

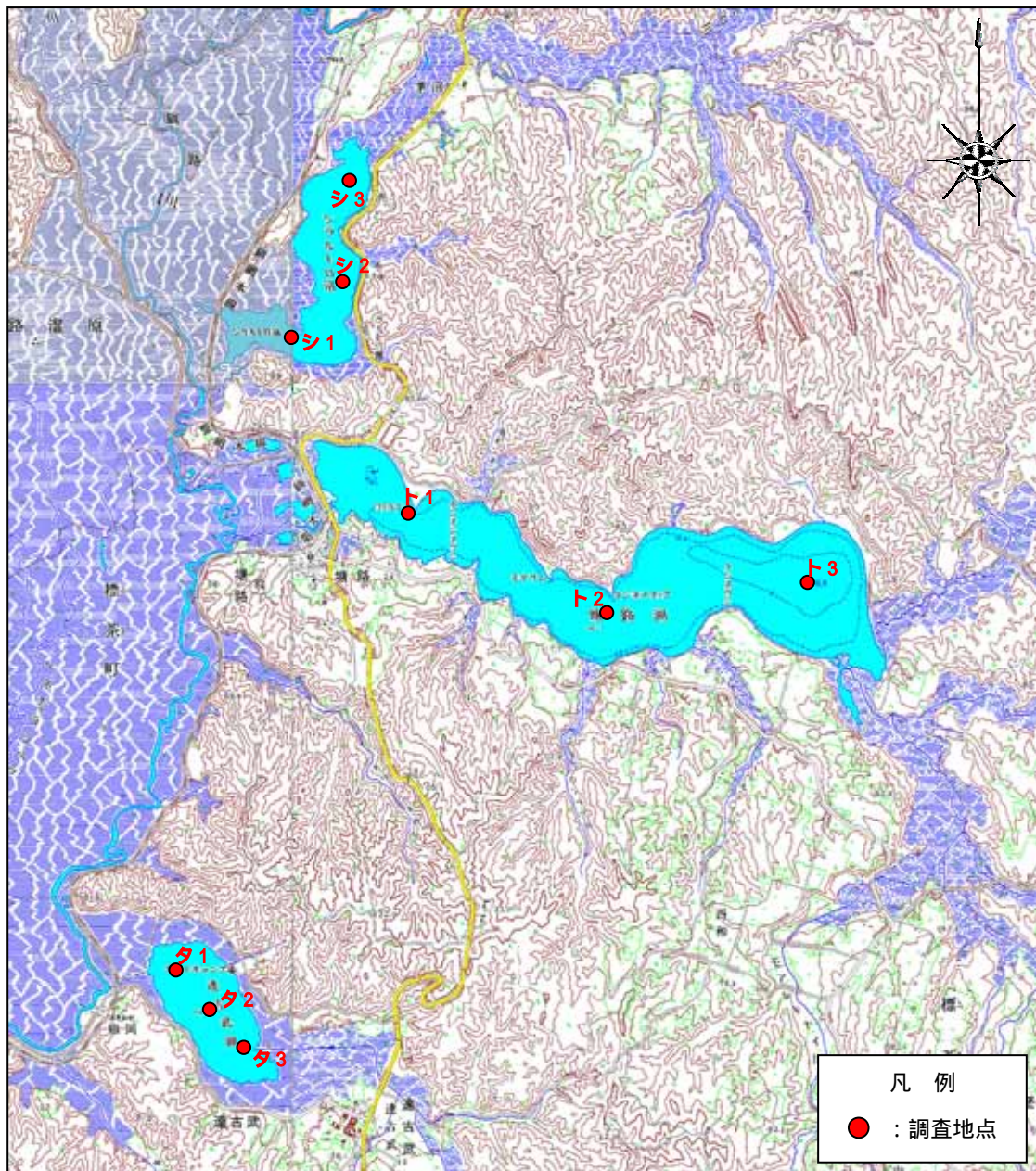


図 2-4-2 水質調査地位置図

3) 調査結果

(1) アオコ水質調査結果

3湖沼における植物プランクトンの発生状況を次の表2-4-2及び図2-4-3に示す。アオコの発生状況は、3湖沼の中では塘路湖が最も顕著で、次いで達古武沼となっており、各湖沼における植物プランクトンの細胞数はアオコの発生状況を裏付ける結果となっている(表2-4-2)。

表2-4-2 植物プランクトンの種類数、細胞数、優占種

湖沼名	種類数	細胞数	優占種
シラルト口沼	88~126	0.35~2.48 ×10 ⁶	<i>Anabaenaaffinis</i>
塘路湖	50~83	7.54~172.3 ×10 ⁶	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
達古武沼	103~125	1.57~24.3 ×10 ⁶	<i>Microcystis incerta</i>

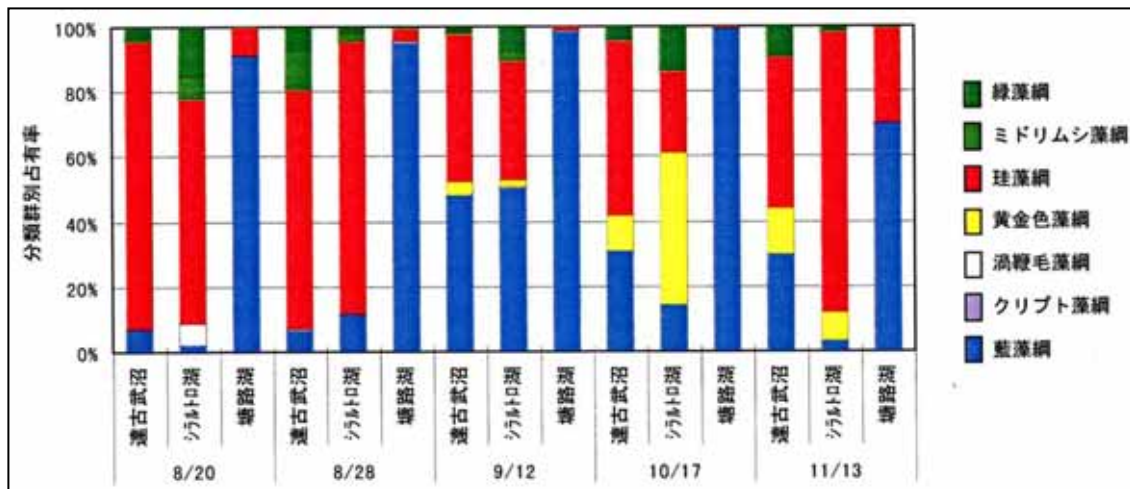


図2-4-3 植物プランクトンの分類群別占有率

3湖沼における調査結果をまとめ、以下に示す。

シラルト口沼

見た目アオコ指標は、湖内の3地点において期間中全て0であり、肉眼ではアオコの発生は確認されなかった。ただし、アオコの発生原因となる藍藻類は出現しており、第一優占種は *Anabaenaaffinis* であった。

塘路湖

3湖沼で最もアオコの発生が顕著であった。見た目アオコ指標は2~3程度で推移しており、10月には調査3地点全てで発生レベル3を記録した。アオコの発生原因となる藍藻類の第一優占種は *Aphanizomenon flos-aquae* であった。

達古武沼

調査期間中の見た目アオコ指標は1~2程度で推移しており、10月には調査3地点全てで発生レベル2を記録した。アオコの発生原因となる藍藻類の第一優占種は *Microcystis incerta* であった。

見た目アオコ指標

- レベル0：アオコの発生は確認できない。
- レベル1：アオコの発生は肉眼では確認できない。
- レベル2：うっすらとすじ状にアオコの発生が確認できる。
- レベル3：アオコが水面全体に広がり、所々パッチ状になっている。
- レベル4：膜状にアオコが湖面を覆う。
- レベル5：厚くマット状にアオコが湖面を覆う。
- レベル6：アオコがスカム状に湖面を覆い、腐敗臭がする。

(2) リモートセンシング解析結果

航空写真を用いた解析では、現地でのグランドトゥールースと同期できたため、クロロフィル a 濃度分布を定量的に把握することができた。

このような面的な情報をアオコ発生時期に複数回取得することができれば、河川流入負荷調査及び水文・気象観測等の結果との対比により、アオコの流動形態及びアオコ発生要因等の精度良い把握が可能になる。そこで、今回の調査では衛生画像を用いた解析も行ったが、今回は濃度分布の定性的な把握に止まった(資料編 p.14)。今後の調査により、衛生画像と現地グランドトゥールースとの同期を行うことができれば、クロロフィル a 濃度分布をこれまで以上に簡便、かつ、容易に把握することが可能になる。今後の検討課題の1つとする。

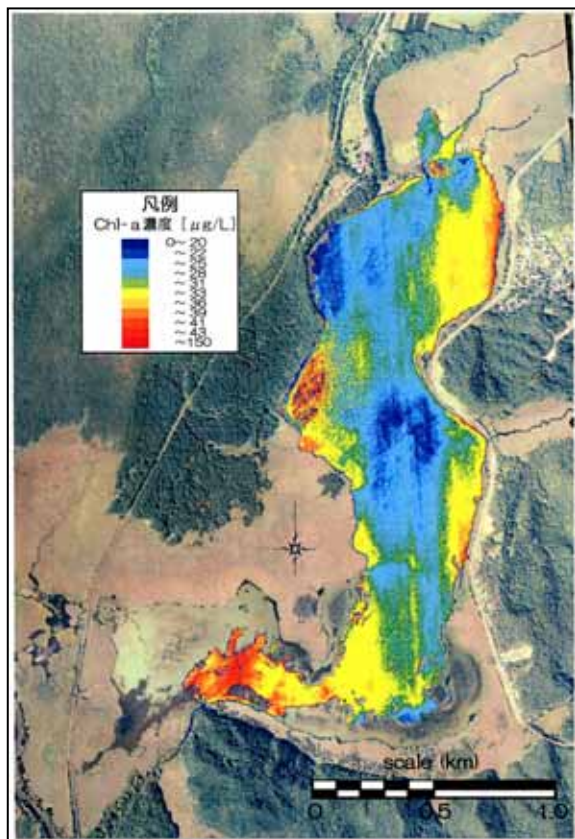


図 2-4-5 シルト沼のクロロフィル a 濃度分布図 (2003/9/11)

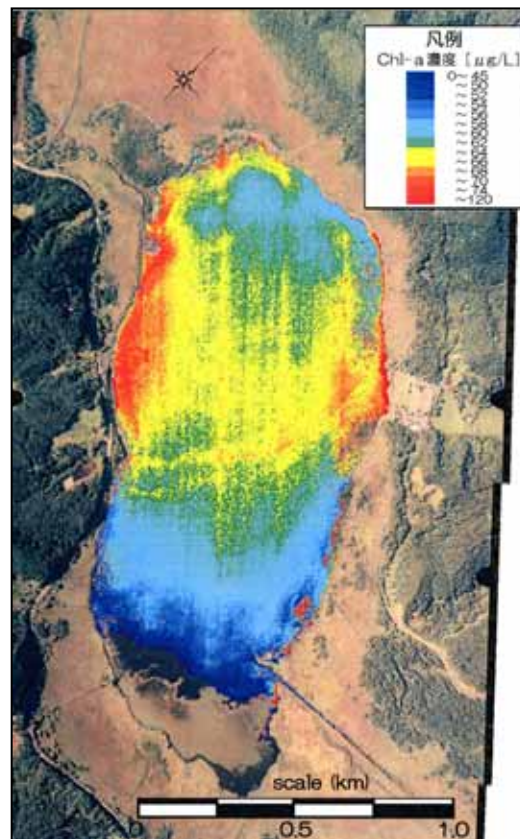


図 2-4-6 達古武沼のクロロフィル a 濃度分布図 (2003/9/11)

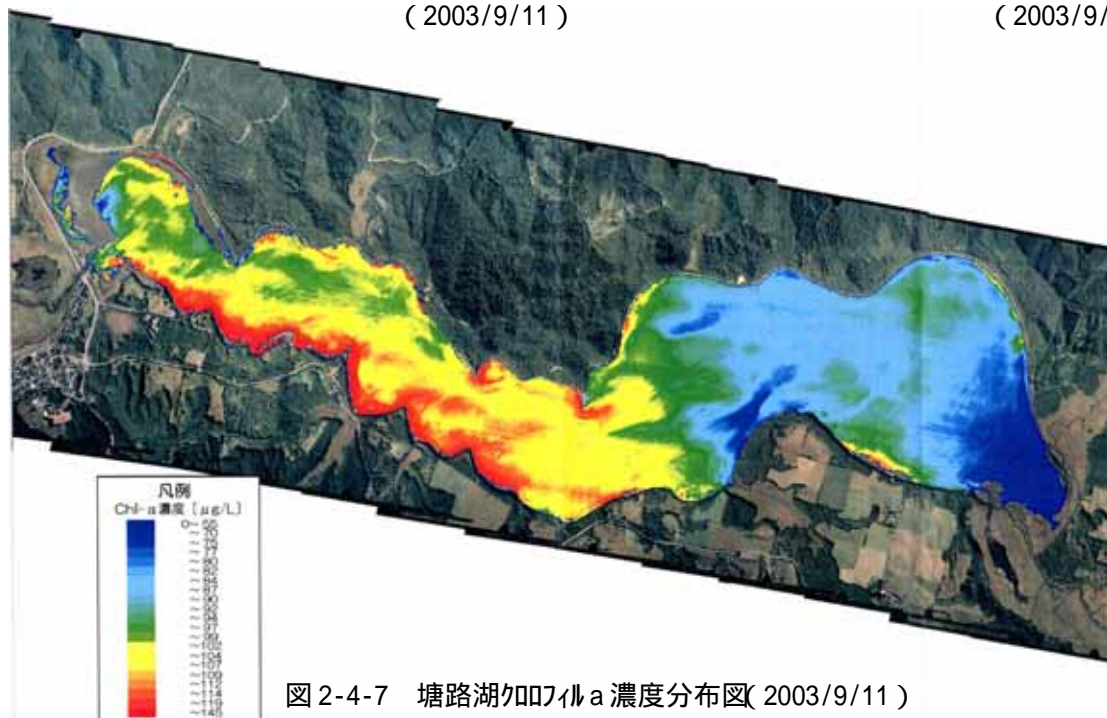


図 2-4-7 塘路湖のクロロフィル a 濃度分布図 (2003/9/11)

2-4-3 . 達古武沼流域における自然環境調査

達古武沼流域における平成15年度の調査結果の概要を次の表2-4-2に、自然環境調査地点を図2-4-8に、現地調査の様子を図2-4-9に示す。

表2-4-2 平成15年度 釧路湿原東部湖沼自然環境調査の概要

調査目的	調査内容	調査項目	調査方法	主な現地調査日	中間報告結果抜粋	今後の調査・課題
予備調査	概況・調査地点選定	全体	現地踏査、ラジコンヘリ空中撮影	7/7～8	広範囲のアオコ発生確認 一斉調査地点の決定	
物理的及び 化学的調査	浮流砂、土砂の流出 入・堆積状況把握	浮流砂負荷量	濁度計、ウォーターサンプラー、 水位計等	7/24～10/28	降雨時に明確な流入のピークあり。ただし、逆流等のメカニズムは複雑で計算 法などには工夫必要	融雪期から凍結期までの継続的なデータ収集。
		濁度(降雨時の流出入等)				
		湖底堆積物	コア採取(137Cs, 210Pbアイソ トープ)	10/2～12	放射性同位体比測定による科学的年代推定及び火山性噴出物を鍵とした年代 推定が可能	
	底質(粒度、含水量、強熱減量)	エッグマン採泥機等(乾燥重量 計量等)	一斉調査(7/23～25)	サンプル採取地点により、有機物含有量、無機物含有量の違いが明確に認め られた	他のファクター(水生植物、底生動物、水質など)を加味して、それらの相互関係について 再度考察を行なう。	
	湖沼の理化学 環境把握	水深、透明度、水温、水質、光量子減 衰率	カラム採水(ICP発光、分光光 度計、全有機体炭素計等)	一斉調査(7/23～25) 7/23～11/18(週2回)	湖底まで光は届いていない。 アンモニア窒素が全体的に高く、特に西南と東岸中央で高い。 主要元素(Si,Na,Cl)に明確な季節変動なし TP,TN,クロロフィルは7月のアオコ発生時期がピーク アオコ発生時期以外は窒素制限系である。 アンモニア窒素、硝酸性窒素は6～8月にピーク。前者が後者の10倍近くの値 となることは大きな特徴	水面光量子量を測定して、その結果から解析を行なう。
					夏季の達古武沼南部の水質勾配特性を流入河川の分析とあわせ検討する。	
	流域からの 汚濁機構解明	各河川からの流入量	電磁流速計による流量測定	一斉調査(7/23～25)	達古武川の集水域 = 17.884km ² (沼の集水域の75.2%を占める) 7月の一斉調査時の測定では、調査5河川の流入量は、流出量の25%に満たな い。塘路湖と同様、河川以外からの流入の可能性	河川水以外の起源の流入水の存在が示唆されたことから、それらを含めた、達古武湖に 対する栄養塩類の各起源別の年間負荷量を把握することが必要。
		釧路川からの逆流量	電磁流速計	7/24～10/28	釧路川からの逆流の計算は非常に難しい	達古武川以外の流域から流入する浮遊物質量を把握、また流入土砂の粒径組成など物 理特性を把握し、堆積土砂と比較。
		降雨量	雨水サンプラー			
		流入負荷量(N, P, Cl, S O ₃)	ステンレス採水缶による採水、 分光光度法、イオンクロマトグラフ法 による分析。	一斉調査(7/23～25)	塩素、硫酸の流入 温泉源の窒素の影響は小さくない 自然河川においてもリン濃度の高いものがある	達古武川の栄養塩類負荷起源に関して、さらに詳細な調査が必要。
生物調査	水生植物	コドラート法(乾燥重量計量)	一斉調査(7/22～25)	水草の存在範囲:0.622 km ² (湖沼全体の46%) ヒシ:約55%、センニンモ:約27%、ネムロコウホネ:約14%(重量比) 確認種数15種(コドラート法以外でマリモ確認)。詳細な調査にも関わらず、2000 年調査より確認種増加1種のみ	底泥コアサンプルから、マリモ生育の変遷について分析の提案あり	
				水草の分布地図の作成及び沼全体の現存量の推定等		
				細菌、ピコプランクトン、鞭毛虫密度	一斉調査(7/23～24) 4/11～11/20(週2回)	すべて6月下旬～7月上旬のアオコ発生と同時にピーク 春は黄色鞭毛藻、初夏は藍藻、8月は緑藻、9月以降は珪藻が優占していた。
	植物プランクトン	カラム採水(顕微鏡等)	一斉調査(7/23～24) 5/9～11/18(週2回)	バイオマスは春先に最小で、7月下旬に最大であった。	水質、水草、魚類などの影響を検討する。	
	動物プランクトン					
	ベントス及び昆虫(貧毛類、アミ類、ヨコ エビ亜目、ミズダニ類、トビケラ目、カゲ ロウ目、ヌカカ目)	カラム採集、漚し網(顕微鏡等 目視)	一斉調査(7/23～25) 7/26～8/4 8～10月(5回)	ユリミズ、ヒメイトミズ属が主要であり、霞ヶ浦、北浦、河北潟など、浅い富栄養 の海跡湖の貧毛類群集の特徴を示す	本来の調査ステップである「定性 定量」に即した調査。また採集した底生動物の分布決 定要因を解析する。	
	水生昆虫(成虫を対象とした陸上での 調査-トンボ目・トビケラ目・蛾類等)	小杉式ドライアイストラップ、 ネット・スワイピング	5月～11月	14種のトンボ成虫が採集された 68種155個体の蛾が採集された	蛾類の調査で調査器具の改良を行なう。トンボの幼虫調査と羽化殻調査の併用、ベント ス調査との連携を検討する。	
	魚類	刺し網、定置網、ドウ、投網、 サデ網、電気ショッカー等	7/26～8/5 8/27～9/5 10/6～14	確認魚種:7目9科25種 水深1m以内の流入流出河口付近に多数生息	水草、水深、流速等との関係を検討する。 沼全体の生息数把握のためのライトランゼクト調査	
ザリガニ(分布、食性)	胃の内容物確認(顕微鏡)	10月～2月	雑食であるが、植物が中心	「隔離水界実験」の提案あり		
情報収集	3湖沼既存文献把握	達古武沼・ツルトリ湖・塘路湖	文献の要旨作成	2～3月	文献レビューを作成する	

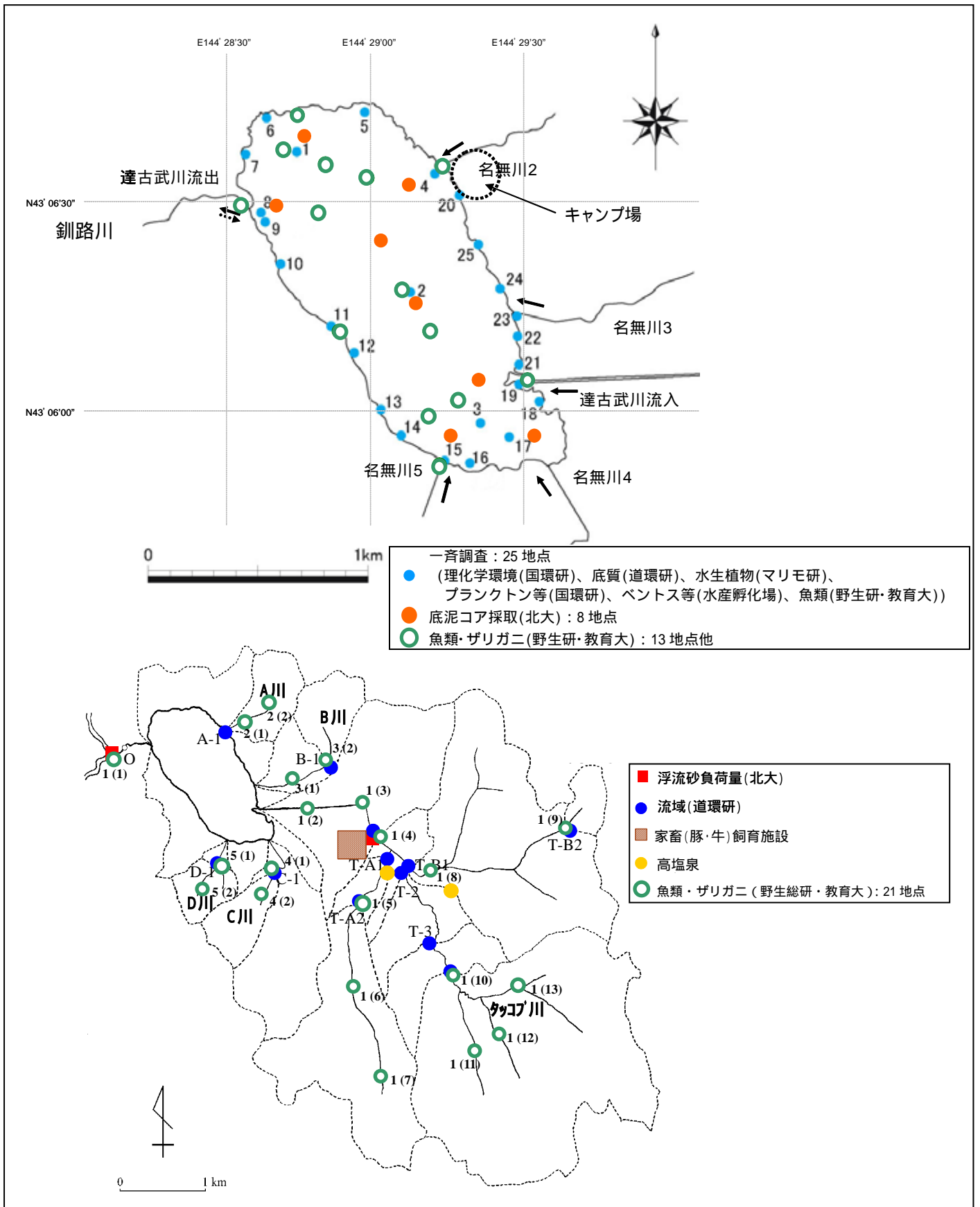


図 2-4-8 達古武沼流域自然調査地点



ラジコンヘリによる事前調査



潜水による水生植物調査



底泥コアの採取とサンプル



魚類・ザリガニ等調査



図2-4-9 調査の様子

3. 平成 16 年度以降の調査・検討計画について

3-1. 今後の検討計画

平成 15 年度までの調査・検討により、

流域の気象、水文の概要

流域の河川水の平均的な収支（概略）と課題

土地利用の変化と河川流出率の変化（概略）の関係と課題

流域の水理地質の概要

湿原の地下水位分布

久著呂川（モデル河川）における原単位・発生源別負荷量

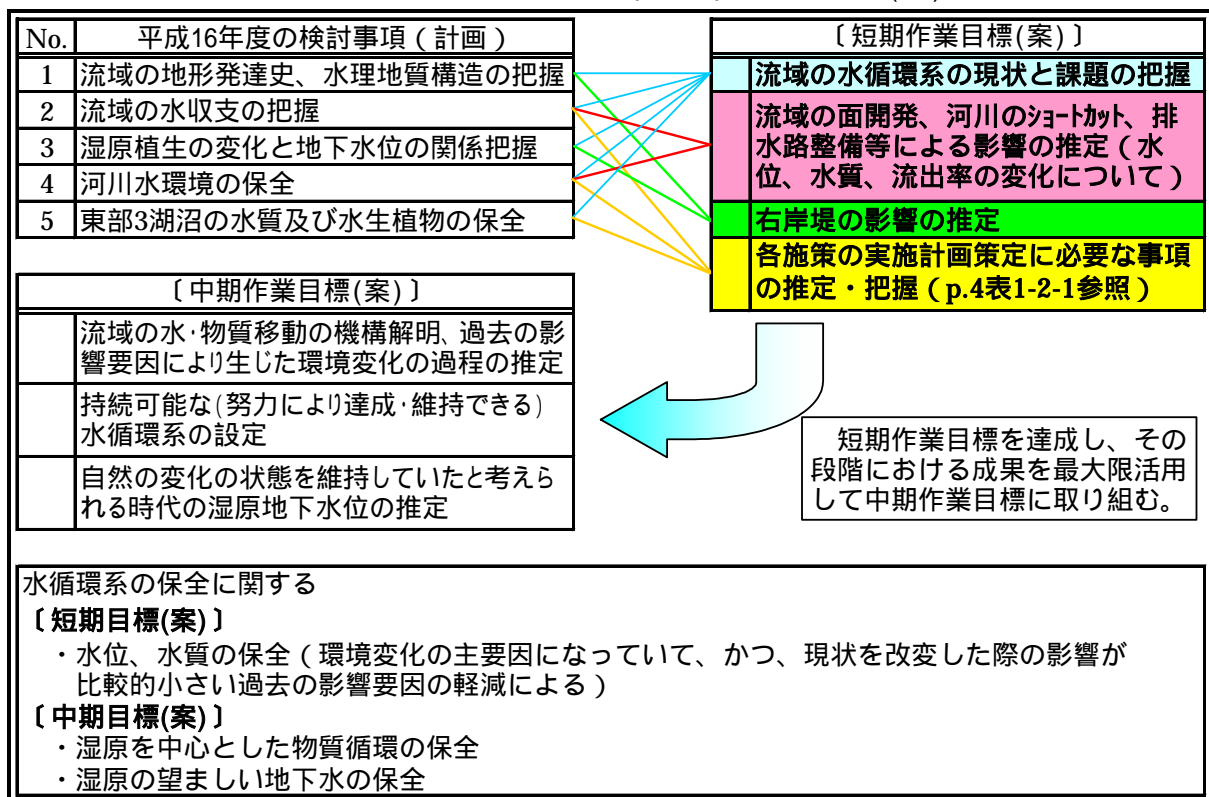
東部 3 湖沼のアオコ発生状況と水質の現状（概略）

等を把握した。

水循環系に関する検討では、各施策の実施計画策定に必要な事項など、早期に検討すべき個別の課題に対処しつつ、1 章に示した作業目標(案)及び水循環系の保全に関する目標(案)を達成するための調査・検討に取り組んでいくことを計画する。

平成 16 年度の検討事項（計画）と作業目標(案)の関係を次の表 3-1-1 に、平成 16 年度～17 年度の作業計画フローを次ページの図 3-1-1 に示す（今後の全体計画フローは、1 章 p.2 の図 1-1-2 参照）。

表 3-1-1 平成 16 年度の検討事項（計画）と作業目標(案)の関係



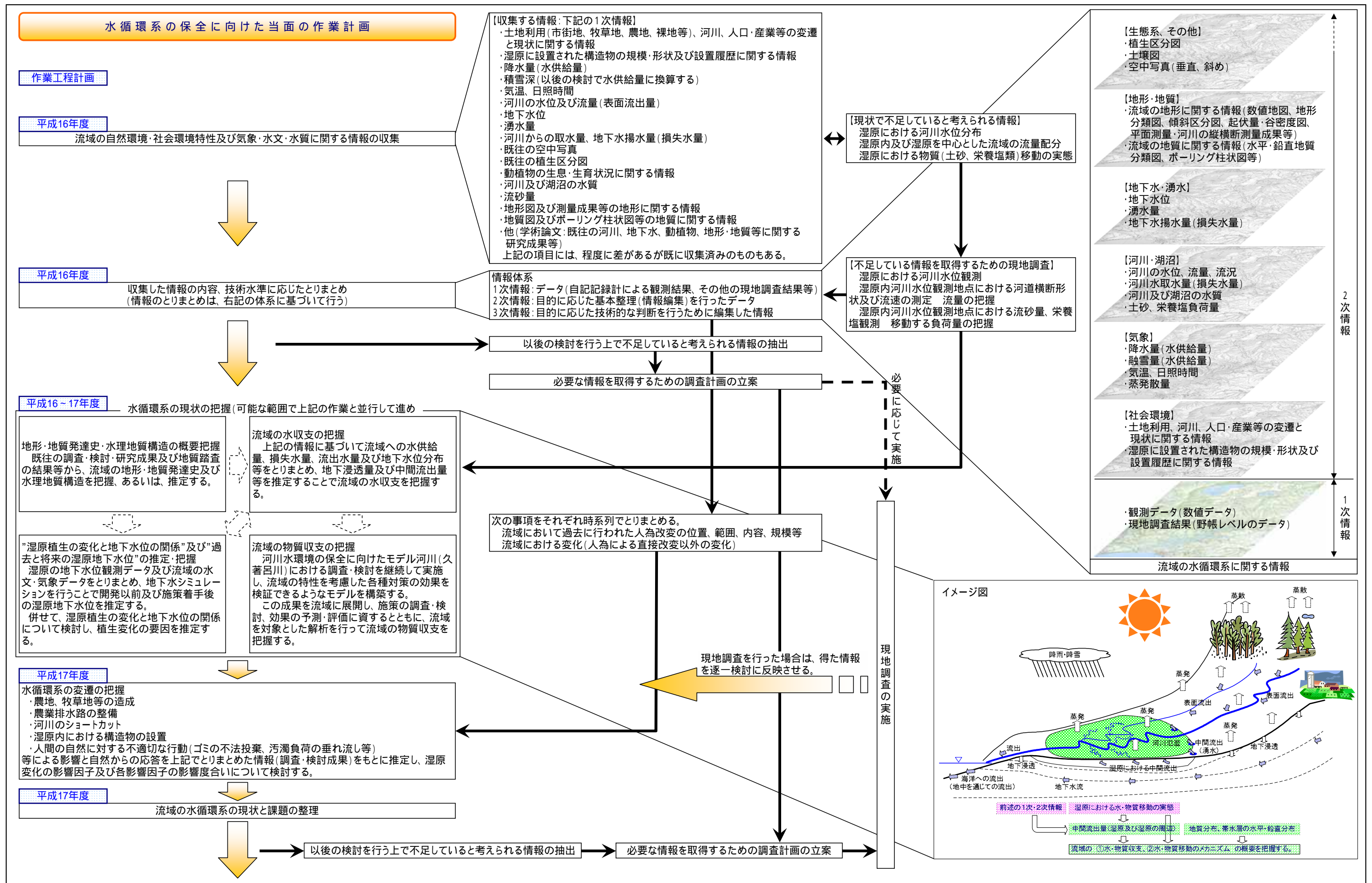


図3-1-1 水循環系の保全に向けた当面の作業計画

3-2 . 平成 16 年度の調査・検討計画

3-2-1 . 釧路湿原周辺の地形発達史と水理地質構造の把握に向けた調査・検討計画

釧路湿原の保全・再生の問題を検討するためには、釧路湿原の現在の環境を、できる限り自然の移り変わりの中で評価（相対化）する必要があると考えられる。これは、釧路湿原の今の姿が、人為的な影響によるものか、あるいは湿原の環境変遷の一過程であるのかを判断するためである（図 3-2-1）。その評価のためには、釧路湿原が形成時からどのような過程をたどって発達してきたかを知ることが求められる。

湿原の一般的な環境変遷は、陸化に向かう傾向にある。これは、湿原に注ぎ込む河川により供給される土砂が堆積することや、湿原自体が低層湿原から高層湿原に移行するというプロセスで起こる自然現象である。ただし、個々の湿原の発達は、周辺の地形・地質条件や気候条件などに大きく左右されるため、一様な過程をたどるとは限らない。釧路湿原は、今から約 3,000 年前にその原形が形成されたと考えられており、現在でも面積の約 80% が低層湿原によって占められている。この釧路湿原が、今までにどのような環境変遷をたどってきたかは明らかになっていない。

以上のことを踏まえ、釧路湿原およびその周辺の地質調査を実施し、釧路湿原の発達過程をその形成時から検討することを計画する。

地質調査は、湿原周辺の地質踏査および湿原内のボーリング調査とする。このうち平成 16 年度は、湿原周辺の地形発達史および水理地質構造等を把握する際の基礎資料の整備等を目的として、湿原周辺の地質踏査等を行うこととする。

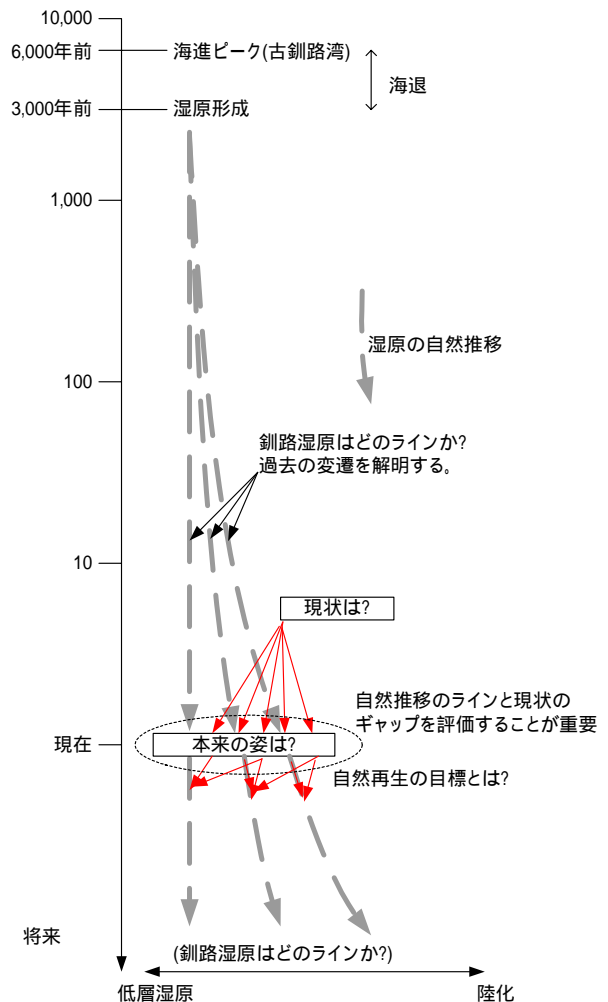


図 3-2-1 釧路湿原の評価のイメージ

3-2-2．流域の水収支の把握に向けた検討計画

これまでに行った既往の観測データに基づく概略検討では、

■ 湿原から流出する河川水量が湿原流入水量を上回っている要因（参考：巻末の資料編 p.15）

■ 近年 10 年程度の間に見られる河川流出率上昇の要因（参考：巻末の資料編 p.16）等に未解明な部分が残っており、今後の課題の 1 つになっている。

流域の水収支は、水循環系の保全を図る上で基礎的、かつ、重要な事項であり、各施策の実施計画策定段階においても重要な情報の 1 つになる。

そこで、平成 16 年度は、解析等により流域に供給された水の流出経路を推定し、流域水収支の概略把握に向けた検討を行うことを計画する。この検討は継続して実施し、流域の水循環系に関する情報（気象・水文情報、湿原内の水の移動・流出に関する実測データ、水理地質構造等）の蓄積状況に応じたシミュレーションを行うなどして水収支の機構把握に努めることとする。

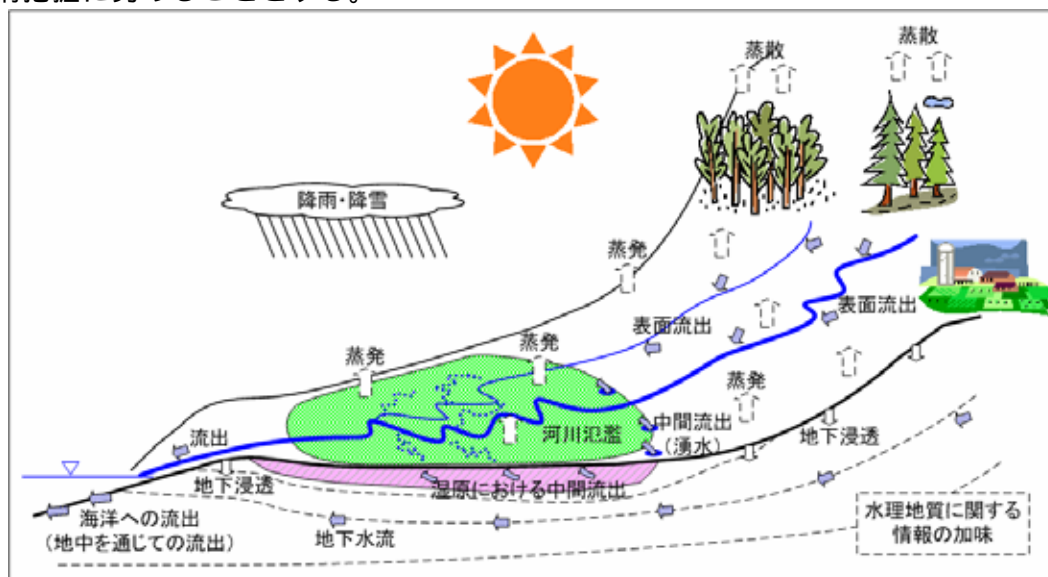


図 3-2-2 流域の水収支のイメージ

3-2-3．湿原植生の変化と地下水位の関係把握に向けた検討計画

湿原の地下水位は、湿原の保全に密接に関係している。

平成 16 年度は、湿原における既往の地下水位観測結果をとりまとめ、

- 地下水位分布
- 地表面と地下水位の相対的位置関係
- 降雨量や河川水位の変化に伴う地下水位の変動パターン

等と“現状の植生”や“これまでが生じた植生変化”を対比するなどして、湿原植生の変化と地下水位の関係把握に向けた検討を行うことを計画する。

また、前述した水循環系の保全に関する短・中期目標(案)を達成するためには、自然の変化の状態を維持していたと考えられる時代の地下水位や施策着手後の地下水位を予測する必要がある。そこで、このような予測を可能にする地下水位シミュレーションのモデル構築に向けた検討にも着手することとする。

3-2-4 . 河川水環境の保全に向けた調査・検討計画

1) 目的

久著呂川における広い意味での流域対策(農家個別対策を含む)による栄養塩削減検討と湿原内での栄養塩の挙動把握を行うものである。

2) 検討内容

(1)原単位及び発生源別負荷量の妥当性の確認

他手法(発生源の実測データから原単位を算出)による原単位の妥当性の確認、原単位を他流域に当てはめた場合の適合性について詳細に検証する。

(2)栄養塩削減効果の検討

簡易モデルを用いて流域対策として考えられる沈砂池、緩衝帯、及び農家個別対策について以下のとおり検討する。

- ・沈砂池効果：室内試験に基づく沈降試験等により除去効果を検討する。
- ・緩衝帯効果：文献レベルによる検討と次年度の現地調査計画の立案を行う。
- ・農家個別対策効果：家畜ふん尿施設整備による充足状況について調査を行う。

(3)栄養塩類の湿原内での挙動把握

既往資料、文献及び有識者の聞き取り等により湿原内の栄養塩類に関する情報を整理して調査すべきことの仕分けを行う。これは、湿原内の湧水(地下水)でリンが特異的に高濃度であるとの最近の知見を踏まえたものである。

3-2-5 . 東部 3 湖沼の水質保全に向けた調査・検討計画

平成 15 年度までの調査・検討では、主に次の事項を把握した。

- 塘路湖におけるアオコ発生の要因としては、硝酸態窒素の流入負荷量の大きさが挙げられ、特にアレキナイ川の寄与率が高かった。
- 植物プランクトンの細胞数、クロロフィル a と栄養塩類の濃度は、塘路湖が最も高く、次いで達古武沼が高かった。
- 達古武沼では、ベントス・昆虫相は浅い富栄養の海跡湖の貧毛類群集の特徴を示した。

今後の検討課題としては、

- 流入負荷量の詳細把握、軽減対策の検討
- 湖沼における生物の生息・生育環境の現状詳細把握
- 富栄養化現象の定量的なモニタリング手法の確立

等が挙げられる。

そこで、平成 16 年度は、今後の富栄養化対策の検討に向けて、次の調査・検討を行うことを計画する。

(1) 3 湖沼の流入・出負荷量の詳細調査

(2) リモートセンシング解析によるモニタリング手法の検討・確立

(衛生画像と現地グラントゥールスとの同期による)

(3) 達古武沼流域環境調査

1) 釧路川逆流負荷調査

平成 15 年度に引き続き、達古武沼流出河川部に設置された電磁流速計から年間逆流流量及び流出量を観測し、逆流の起こす要因を解明する。さらに、逆流水の栄養塩や主要イオンの水質項目を測定し、沼内に与える影響の検討を行う。

2) 湿地涵養域調査

流域の湿地涵養域から存在が示唆されている流入水の水質を把握するとともに、それらの負荷寄与を見積もる。

3) 人為的な負荷寄与調査

集水域の農家属性の解析と関連水系の水質調査を行い、栄養塩類寄与を算出する。さらに、野営場の水質調査も定期的に行い野営場からの負荷寄与も算出する。

4) 降雨・流出の水文観測調査

流域からの浮遊物質流出実態及び沼の浮遊物質収支を把握するため、主要な流入・流出河川において水文観測を行ない解析を行う。

(4) 達古武沼内の理化学環境調査

1) 沼底の堆積履歴及び堆積量の解明

沼底の土砂堆積実態を長期的に把握するため、湖底堆積物から放射能分析と火山灰編年法（テフクロクロロジー）により堆積年代を推定する。

2) 補償深度の推算

様々な光 - 温度条件下での水生植物の光合成速度をクラーク型酸素電極を用いて測定する。各水生植物の光補償点から補償深度を求め、沼における生育制限要素としての光条件を分析し、評価する。

3) 光量子計及び濁度計による光環境のモニタリング

陸上に設置された光量子計及び水中に設置された濁度計により沼の光環境を継続的に観測する。

(5) 東部湖沼の生物環境調査

1) 水生植物調査（達古武沼）

- ・ 既存航空写真等を基にして、水生植物の分布図の作成及び現存量の推定を行う。
- ・ 底質、水質、光環境の既存資料等から環境構造と植生との関連分析を行う。
- ・ 水生植物の種構成と種多様性の把握・解明を行う。
- ・ 水生植物の種構造や現存量が変動する機構の解明を行う。
- ・ 水生植物の葉面積測定を行う。

2) プランクトン、底生動物、昆虫等調査

- ・ 達古武沼、シラルトロ沼及び塘路湖において、夏期における細菌、プランクトン、トンボ等の分布特性の把握のため環境調査を行う。
- ・ 達古武沼における植物連鎖網の解明を行うため、既存保管の水草、植物プランクトン、魚等について安定同位対比分析を行う。

3) ウチダザリガニの生息・生態調査

- ・ 達古武沼において、ウチダザリガニの生息状況を把握するため、ヨシ等抽水植物が繁茂する湖岸及び沼内全域にわたり調査を実施する。
- ・ シラルトロ沼において、ウチダザリガニの生態と沈水植物等との因果関係を究明するため、沼畔に箱網を設置して、約3ヶ月経過観察し、その生態を解明するとともに、シラルトロ沼におけるウチダザリガニと沈水植物の分布状況を把握する。

(6) とりまとめ

達古武沼を主とした保全方針及び自然再生事業等保全対策の検討を行ない、とりまとめを行う。

4. 全体構想との関わりについて

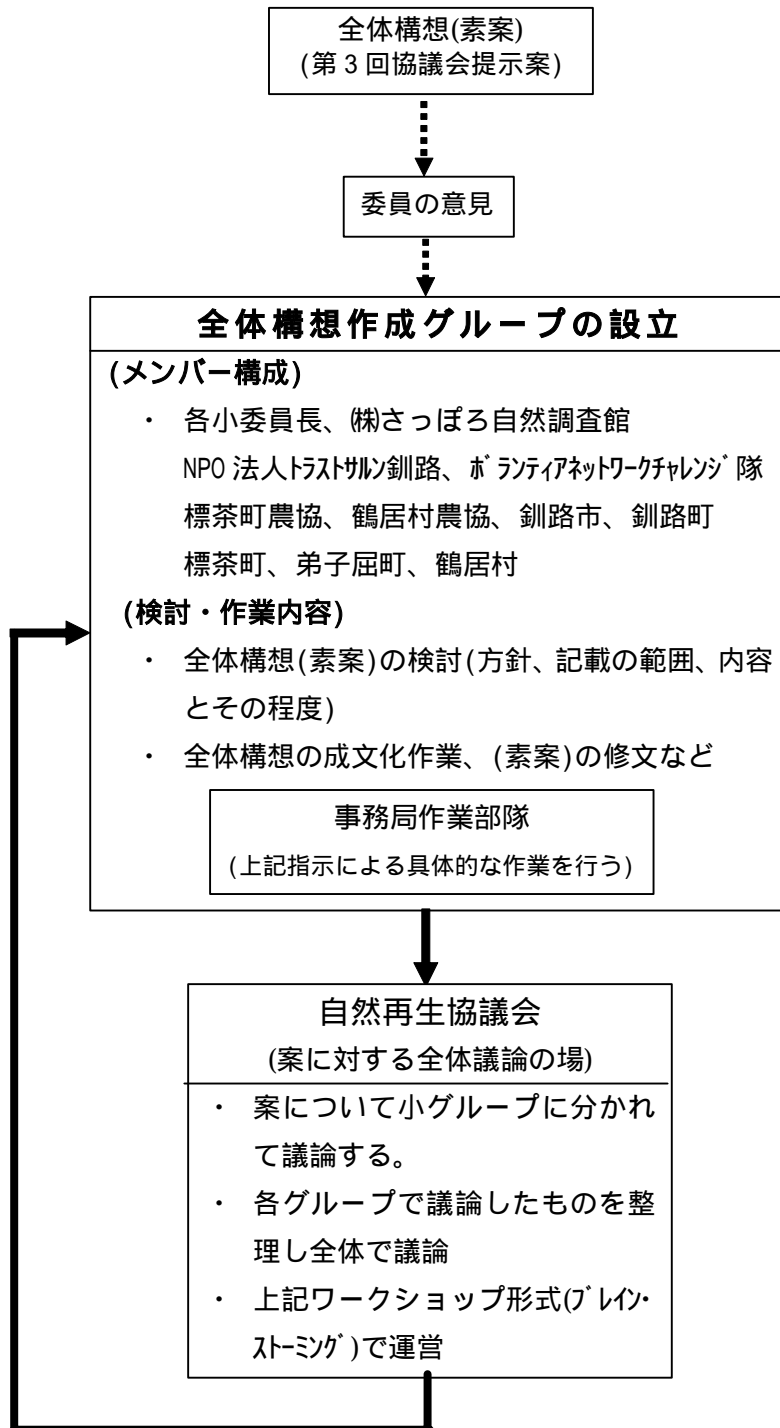
釧路湿原集水域では、湿原を保全するための施策を多数計画しており、そのうちの1つに「水環境の保全」がある（図4-1）。

水循環小委員会では、流域の健全な水循環系を保全するため、水質、地下水の動態把握・評価、湖沼の再生（野生生物の生息環境修復を含む）等に関する実施計画（案）とその実施状況、モニタリング結果等について協議する。



図4-1 水循環系保全のための施策

第3回自然再生協議会での議論を踏まえ、以下の流れに沿って全体構想を検討中である。



自然再生協議会と水循環小委員会の開催予定

