

## 空中写真判読による 1975 年と 2009 年の間に起こった ウトナイ湖とその周辺地域の植生変動の解析

金井紀暁<sup>1)</sup> 矢部和夫<sup>2)</sup> 金子正美<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 札幌市立大学大学院デザイン研究科修士課程, <sup>2)</sup> 札幌市立大学大学院デザイン研究科, <sup>3)</sup> 酪農学園大学環境システム学部

### 抄録:

1) ウトナイ湖とその周辺地域で、1975年と2009年に得られたカラー画像の植生と土地利用のパターンを現地調査との併用で解析した。ウトナイ湖は三角形の湖岸形状に合わせて、北西部、南西部と南東部に分けられる。

2) 陸域の植生はミズナラ-コナラ林, シラカンパ二次林, ヤマナラシ林, 二次草原, カラマツ植林と植栽林に分けられ, 土地利用形態は農地, 裸地, 荒地と構造物に分類できた。湿地域の植生はハンノキ林, エゾノコリンゴ林, 高茎湿生草原(広義: ホザキシモツケ群落を含む), フェン, ボッグと砂丘に分類された。水域の植生は, 開水面(水生植物群落), ヨシ群落とマコモ群落に分類された。

3) 陸域植生のうち35年間で最も大きな変化をしたミズナラ-コナラ林は41.73 ha増加した。次に裸地は27.14 ha減少した。ミズナラ-コナラ林は南東部で拡大した。他の陸域の凡例区分もわずかながら変化した。

4) 水域では開水面が6.59 ha減少し, 1975年に14.19 haあったマコモ群落が消失した。

5) 湿地域は35年間に最も激しく変化した。ハンノキ林は90.54 ha増加したが, 高茎湿生草原(広義)は79.20 ha減少した。北西部における高茎湿生草原(狭義: ホザキシモツケ群落を含まない)はハンノキ林とホザキシモツケ群落に駆逐され減少した。ホザキシモツケ群落はハンノキ林に駆逐されつつも, 一方で高茎湿生草原(狭義)を駆逐して増えており, その変化は他の2群落と同様に大きかった。その他の群落の変化はこれらの3群落よりも小さかった。

6) 湿地域の急激な植生変化は, 1970年代に起こった急激なウトナイ湖の水位低下に誘発された可能性が指摘される。

キーワード: 高茎湿生草原, ハンノキ林, ホザキシモツケ群落, GIS, 水位低下

### I. 緒言

北海道全域の低地に発達している寒冷地型の湿原内部では, 過湿条件のために植物遺体が未分解のまま堆積した泥炭上に, ヨシやスゲ属などが優占する高生産的なフェン(fen)とミズゴケ属が優占する低生産的なボッグ(bog)という二つの湿原(湿生草原)が生育している。一方, 湿原の辺縁部では, ハンノキなどの湿生木が優占して, 湿地林を形成している。

北海道の低地の湿原では, 群落景観の地理的な違いが顕著に見られる<sup>1)</sup>。日本海側の湿原は中央部にボッグが発達し, フェンや湿地林は縁に小規模にしか出現しないが, 太平洋側ではボッグが未発達のために, 湿原内部ではフェンの占有率が高く, ハンノキ湿地林が辺縁部を占有している。このようなボッグの発達の地域的な差異は, 積雪や夏季蒸発散量等の気候の違いが関係していること

が推定される<sup>1),2)</sup>。

太平洋沿岸の湿原では, フェンとハンノキ林の間に広葉草本の優占する群落高1 m以上の高茎湿生草原が分布している。高茎湿生草原中ではナガボノシロワレモコウ, ホザキシモツケ, エゾリンドウなど多種類の野草が優占しており, 希少種も生育しているために, 湿原全体の種多様性を大きく高めるとともに, これらの豊富な野草の花が湿原景観を形成している。このような高茎湿生草原は, ヨーロッパの泥炭地湿原にみられるfen meadow<sup>3)</sup>と極めて類似したものであるが, これまでほとんど注目されておらず, その生態学的研究例はほとんどない。

北海道沿岸の苫小牧市植苗にあるウトナイ湖とその流入河川の周りに発達する湿原では, 高茎湿生草原の発達が特に顕著である。それらは, 水位が不安定な氾濫原湿原だけに見られ, 水位の安定している谷湿原には分布し

ていない。このため高茎湿生草原の成立には、河川の氾濫が重要であることが推察される。氾濫時の河川水の到達範囲では、ハンノキ実生が水没によって枯死することでハンノキ林が分布できないために、その被陰を免れて陽生の高茎湿生草原が分布すると推察されていた<sup>4)</sup>。この説では高茎湿生草原はフェンとハンノキ林の隙間にできた自然草原ということになるが、最近のヨーロッパの総説では、fen meadow は人為的な排水などの攪乱の影響を受けて形成された高生産的な半自然草原と定義されており<sup>5)</sup>、ヨーロッパの fen meadow 研究との比較においても、高茎湿生草原の研究の進展が必要である。

ウトナイ湖周辺では特に北西岸の沿岸域で1962年から植生変化が詳細に記録されており、それによると近年湿地植生の急速な変化が進行しており、ハンノキ林やホザキシモツケ群落の拡大による高茎湿生草原の減少が明らかになっている<sup>5)</sup>。高茎湿生草原ではシマアオジやアカモズなどの草原性の希少鳥類が生息しており、湿地へのハンノキ林の侵入などによる草原環境の減少によって、希少鳥類の繁殖環境が消失する可能性も示唆されている<sup>6)</sup>。

湿地の植生分布は水位勾配によって強く規定される

が<sup>4)</sup>、ウトナイ湖では1969年から1977年にかけて急激な水位低下が観測されており、このような水位低下が植生変化の原因になっていることが推定される。しかしながら、このような植生変化の解明は北西岸沿岸部だけに限られており、他の区域の植生変化の実態は不明である。

本研究では、高茎湿生草原の成立過程を解明し、その保全策を探る研究の一環として、これまで不明であったウトナイ湖とその周辺部全域における近年の植生変化を把握する事を目的としている。このために、1975年と2009年に撮影されたウトナイ湖の空中写真を基に植生図を作成し、この間に起こった植生タイプごとの分布と面積の変化を解明する。

## II. 調査地

本研究の解析対象地はウトナイ湖を中心にして道路、線路と埋立造成地に囲まれた1014.87 haとした。三角形をしたウトナイ湖の形状から北西岸、南西岸と南東岸の三つに分け、それぞれ北西部、南西部、南東部とした(図1)。

ウトナイ湖の水位は自記観測を開始した1969年に年

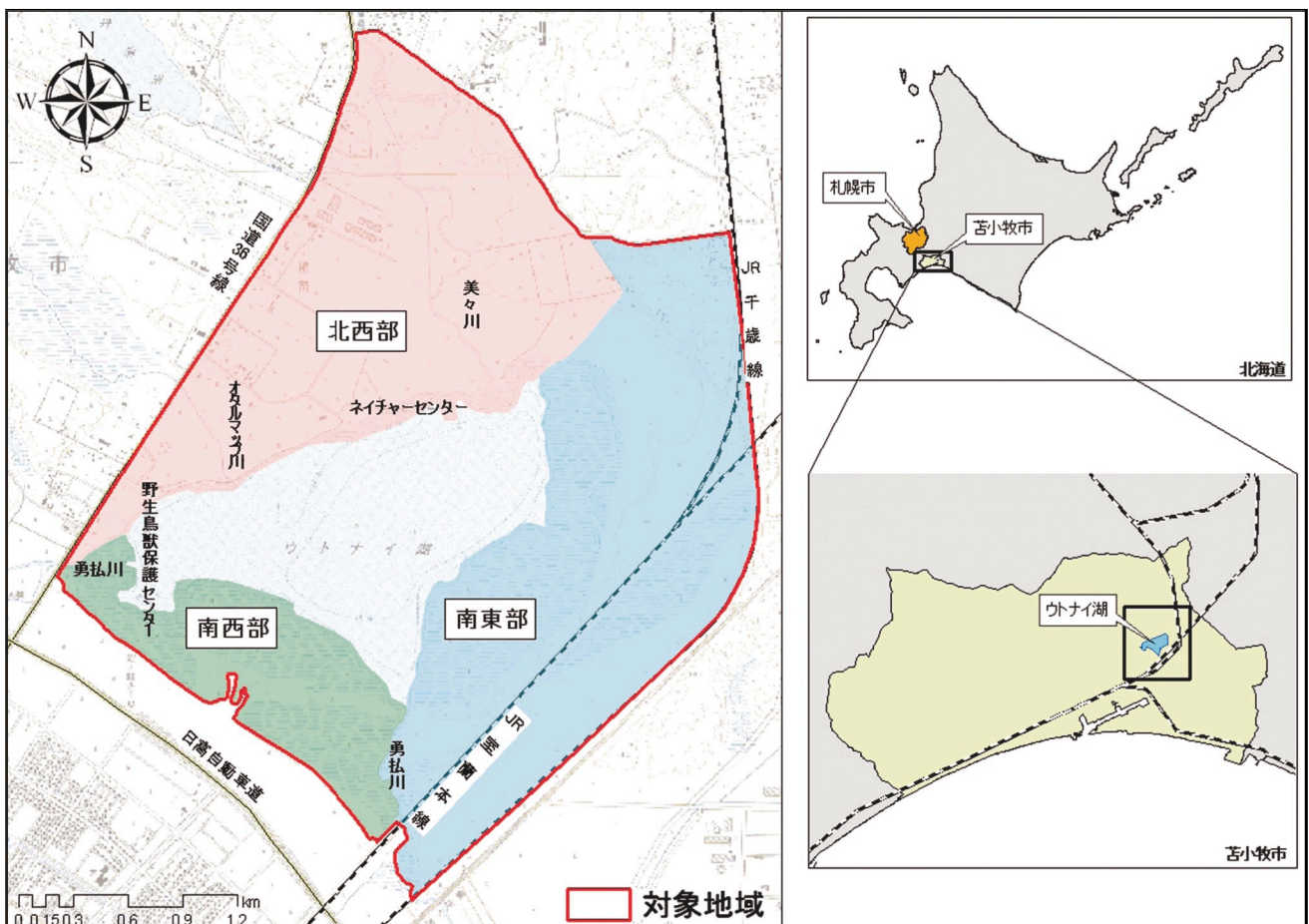


図1 ウトナイ湖とその周辺の概要

平均で 231 cm であったが、その後急速に低下し 1977 年に 161 cm になった<sup>5)</sup>。その後水位は上昇を初め、1979 年に 191 cm, 1981 年に 201 cm に回復した<sup>5)</sup>。その後、1998 年 2 月 24 日から勇払川のウトナイ湖流入が始まり、年平均水位は 202–211 cm に上昇した<sup>5)</sup>。

このように 1969 年から 1977 年までに急激な水位低下が観測されている。

### III. 研究方法

本研究では、いずれもカラー画像が利用出来る 1975 年国土地理院発行の空中写真および、2009 年に撮影された高解像度衛星 Geo-eyel の衛星画像を、Leica Geosystem 社製 ERDAS IMAGINE および LPS を用いてオルソ幾何補正を行い、ESRI 社製 ArcGIS9.2 を用いて、色、質感、樹冠の形状などから樹種や土地利用形態を分類する目視判読により植生区分を行い、GIS データの作成をした。

目視判読による分類は、優占種・優占群落を目視判読結果とした。このため、二種がパッチ状に優占する場合「ミズナラ-コナラ林」のように表記した。

植生および土地利用形態は、植物の生態学的分布域から陸域、湿地域と水域についてそれぞれ分類した。分布域を分ける事で、生息域の変化や各分布域内変化を詳細に把握する事が可能となった。

事前準備として、目視判読された画像パターンと植生の対応を把握する為に、2010 年 8 月と 9 月の二回、GPS (GARMIN 社製 GPSMAP 60CSx) を用いた現地踏査を行った。その際に、陸域植生と湿地域植生の境界となるミズナラ-コナラ林とハンノキ林の境界も踏査し、GPS のトラッキング機能により記録した。現地踏査によるこの境界線は 2009 年の画像パターンから抽出された境界線と非常によく一致した。さらに、12 月に画像パターンによる高茎湿生草原の判読精度を確認するために現地踏査を行った。

画像パターンと現存植生の対応から陸域植生については、ミズナラ-コナラ林、シラカンバ二次林、ヤマナラシ林、二次草原、カラマツ植林および植栽林(ギンドロなど)が判別でき、土地利用形態については農地、裸地、荒地(農地を放棄した跡など)と構造物に分類できた。湿地域の植生はハンノキ林、エゾノコリンゴ林、フェン(スゲ優占湿原)、ボグ(ミズゴケ優占湿原)と砂丘に分類された。画像からでは後述のように高茎湿生草原とホザキシモツケ群落の区別が困難であったために、両者をまとめて高茎湿生草原(広義)とした<sup>7)</sup>。また水域の植生は、開水面(水生植物群落)、ヨシ群落(ヨシ優占の抽

水群落)、マコモ群落(マコモ優占の抽水群落)に分類する事ができた。この分類結果から対象地全域の各群落の面積を求めた。

次に湿地域の植生変化を細かく検討するために、美々川右岸側のウトナイ湖鳥獣保護センターから美々川インレットまでと左岸の一部を含むウトナイ北西部で、植生と土地利用の区分を行った。

高茎湿生草原中では低木のホザキシモツケは高頻度で出現するが優占はしていない。しかし、低木であるホザキシモツケが優占群落を形成するとナガボノシロワレモコウ、ヒメシダやエゾリンドウなど高茎湿生草原を構成する草本種を駆逐するため、ホザキシモツケ(優占)群落と高茎湿生草原を区別する必要がある。しかし、画像の目視判読では低木であるヤチヤナギが混生する高茎湿生草原とホザキシモツケ群落の色と形状が非常に似ているために分類することが不可能であった。このため、全体地域に関してはホザキシモツケ群落も含めて高茎湿生草原(広義)として分類した。一方、北西部に関してはヤチヤナギがわずかしこ生育していないため、高茎湿生草原(狭義)とホザキシモツケ群落を区別することができた。

### IV. 結果

#### IV-1 全体地域

1975 年、ウトナイ湖岸の全周囲は湿地域の植生が取り巻き、その外側の陸域は住宅地に改変された南西部を除き、ミズナラ-コナラ林によって取り囲まれていた(図 2)。2009 年においてもこの群落の分布パターンには大きな変化はなかった(図 3)。

湿地域の植生変化について、ハンノキ林は 1975 年にウトナイ湖北西部にまとまった群落があり、それ以外では南東部の一部のみでみられた。これらのハンノキ林は湿地域の内陸側に分布していた。ところが、ハンノキ林は、2009 年までにウトナイ湖岸部一帯に連続した林を形成した。ハンノキ林の拡大に伴って、湿地域に広く分布していた高茎湿生草原(広義)は激減した。エゾノコリンゴ林は 1975 年の空中写真から判読できる大きさのものはなかったが、2009 年には北西部の一部で拡大した。

ウトナイ湖内の水域では、1975 年、大小の島状の抽水群落が分布しており、この抽水群落は 1987 年に作成されたウトナイ沼の水生植物分布図<sup>8)</sup>によってマコモ群落であることが確認できた。2009 年、これらのマコモ群落はすべて消失していた。

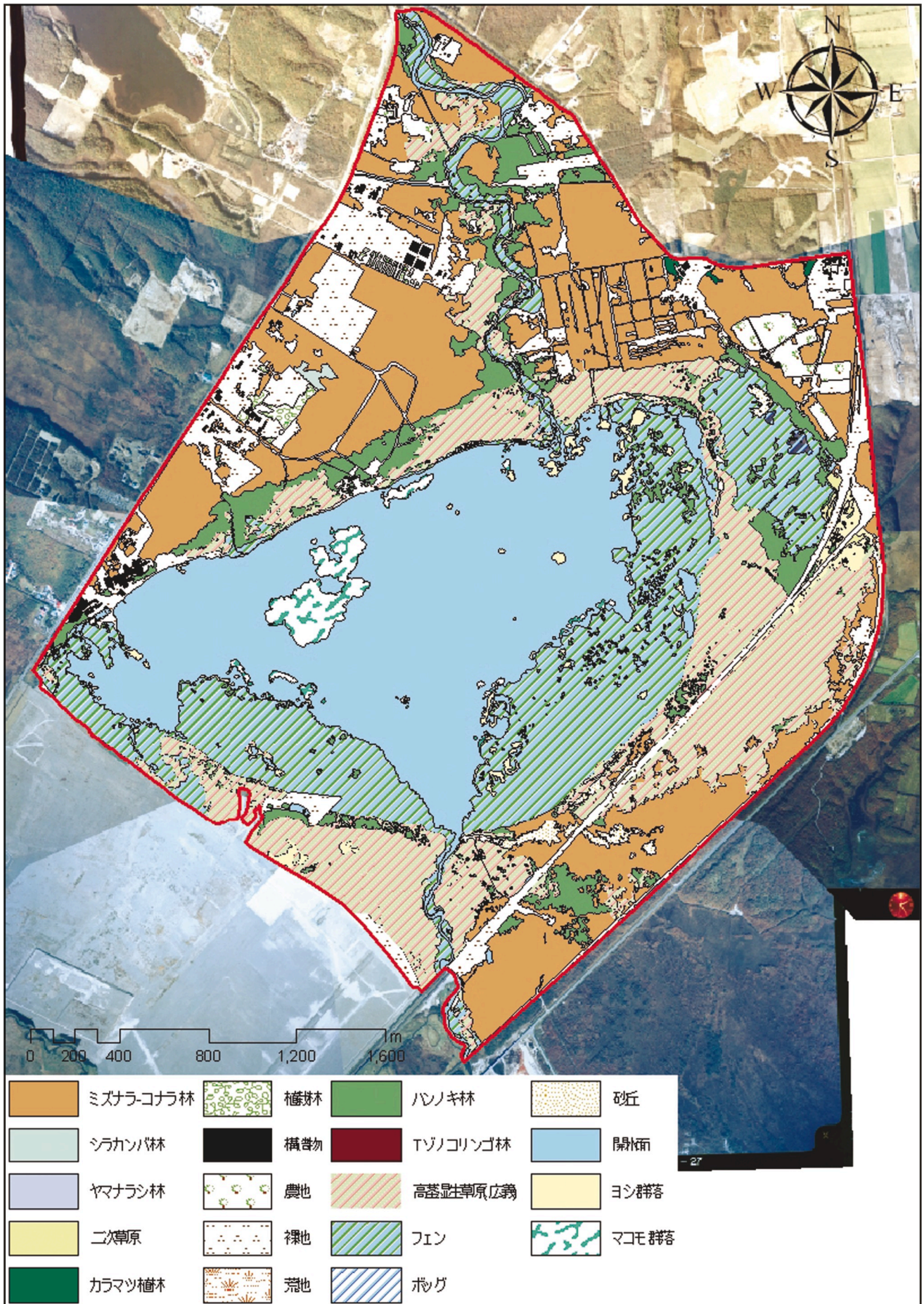


図2 1975年のウトナイ湖とその周辺地域の植生図

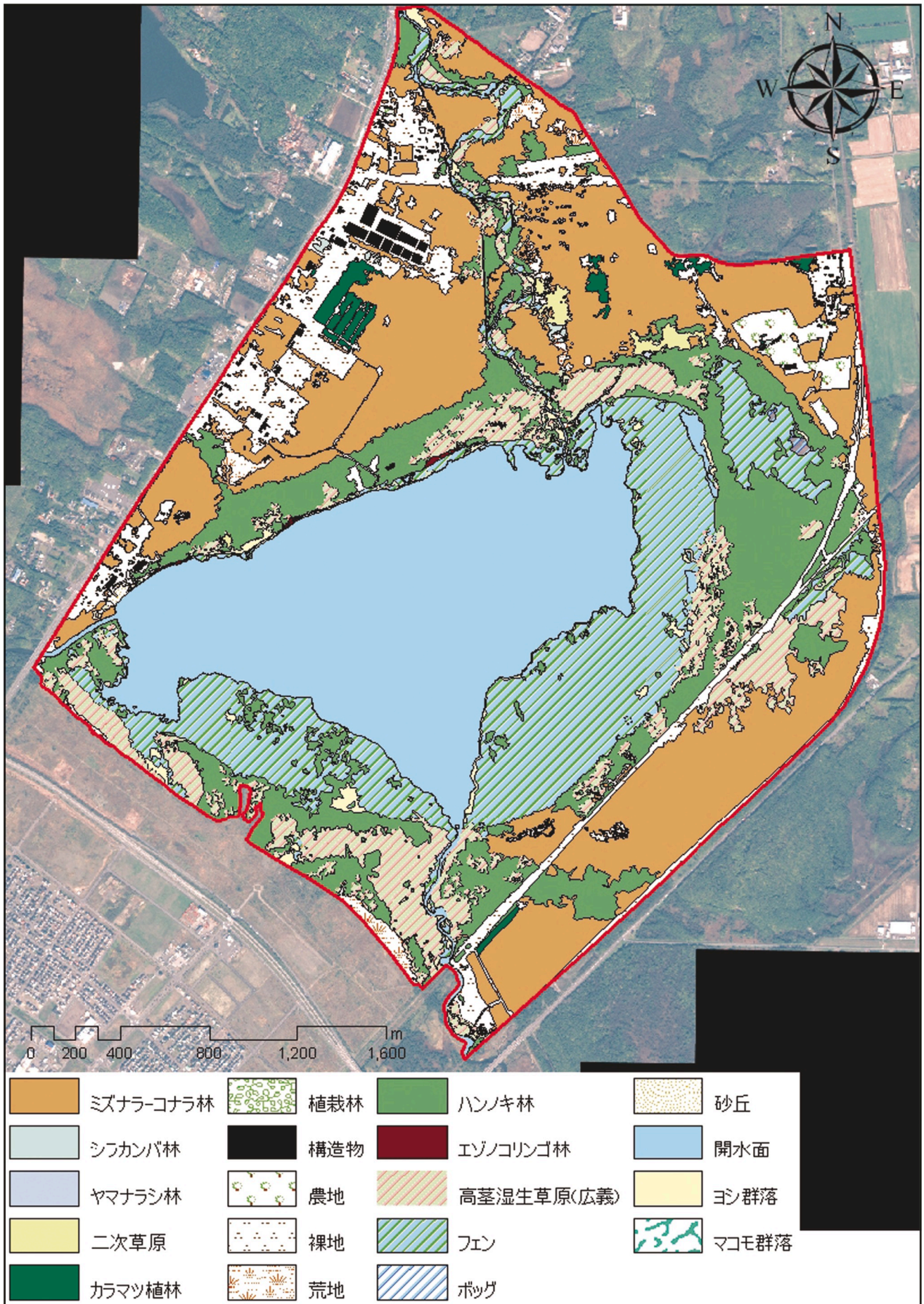


図 3 2009 年のウトナイ湖とその周辺地域の植生図

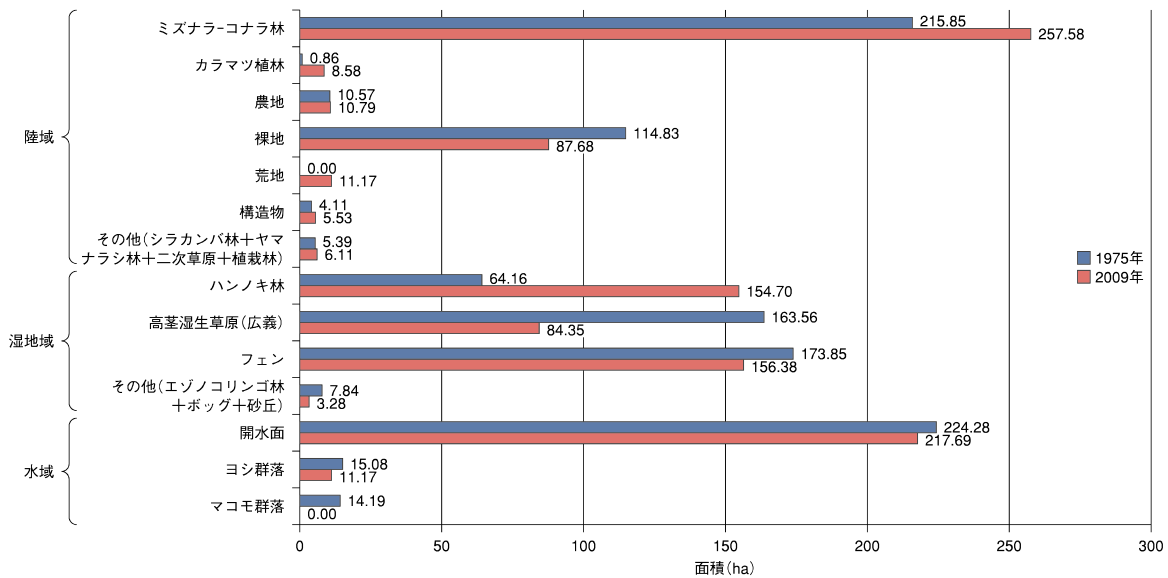


図4 ウトナイ湖とその周辺地域における1975年と2009年にかけての植生凡例別面積変化

ウトナイ湖とその周辺で起こった植生変化を定量的に把握する為に、全体地域で各凡例の面積を算出した(図4)。陸域植生のうちミズナラ-コナラ林は215.85 haから257.58 haに増加し、増加面積は41.73 haであった。一方、裸地は114.83 haから87.68 haに減少し、減少面積は27.14 haであった。陸域ではこのほかの凡例区分がわずかながら増加し、増加面積は二次草原3.47 ha、シラカンバ林0.16 ha、ヤマナラシ林0.10 ha、カラマツ植林7.72 ha、農地0.22 ha、荒地11.17 haおよび構造物1.41 haであった。

湿地域の植生は激しく変化した。ハンノキ林は64.16 haから154.70 haに増加し、その増加面積は90.55 haであり、高茎湿生草原(広義)は163.56 haから84.35 haに減少し、その減少面積は79.20 haであった。これらの他に、フェン、ポグと砂丘はそれぞれ17.46 ha、0.18 haおよび5.0 ha減少した。エゾノコリンゴ林は1975年には判読できなかったが、2009年には0.62 ha出現した。

水域については開水面が6.60 ha減少した。抽水群落は1975年に14.19 haあったマコモ群落が2009年までに湖から消失し、ヨシ群落は3.91 ha減少した。

#### IV-2 北西部湖岸周辺の変化

ウトナイ湖とその周辺では、最も大きな植生変化が見られたのは湿地域であった。人為的な攪乱を受けていない場合、ミズナラ-コナラ林とハンノキ林の境界線は陸域と湿地域の境界となっているが、1975年と2009年の間、北西部ではこの境界は移動していなかった(図5)。このため、特に北西部では35年の間に湿地域は面積を変えていないが、内部で激しい植生変化が起こったことが明らかになった(図6)。

1975年と2009年の北西部の植生変化を定量的に把握する為に、対象地全域同様、面積を算出した。面積が拡大した群落は以下のとおりである：ハンノキ林11.62 ha、ホザキシモツケ群落1.98 ha、ヨシ群落2.14 ha、エゾノコリンゴ林0.62 ha。これに対し、高茎湿生草原(狭義)は12.67 ha減少し、フェンは0.62 ha、その他(植栽林+二次草原+裸地+荒地+構造物+砂丘+開水面)は1.23 ha減少した(図7)。

1975年、美々川のインレット付近の両岸とオタルマップ川のインレット付近の左岸の湿地域には大きな面積の高茎湿生草原(狭義)のパッチが分布していた(図6)。湿地域の中で高茎湿生草原(狭義)が湖岸から内陸まで幅広く分布しており、ハンノキ林は陸域のミズナラ-コナラ林の縁に狭い範囲で分布していた。ホザキシモツケ群落のパッチは高茎湿生草原(狭義)よりも小さく、高茎湿生草原(狭義)パッチの縁部に限定されていた。2009年、高茎湿生草原(狭義)はオタルマップ川左岸ではハンノキ林に置き換わりほぼ消失し、美々川右岸ではホザキシモツケ群落の拡大が主原因で、次に内陸側からのハンノキ林の拡大によって、大幅にその面積を縮小した(図6)。美々川左岸では、高茎湿生草原はホザキシモツケ群落パッチの拡大によって面積を縮小したが、それでも現在北西部で最大の面積を有している。

#### V. 考察

ウトナイ湖とその周辺一帯では、この35年間に湿地域の植生が最も激しく変化した。陸域と水域でも植生変化が見られたが、その規模は湿地域に比べて小さかった。

湿地域の中で特に大きく変化したのはハンノキ林と高

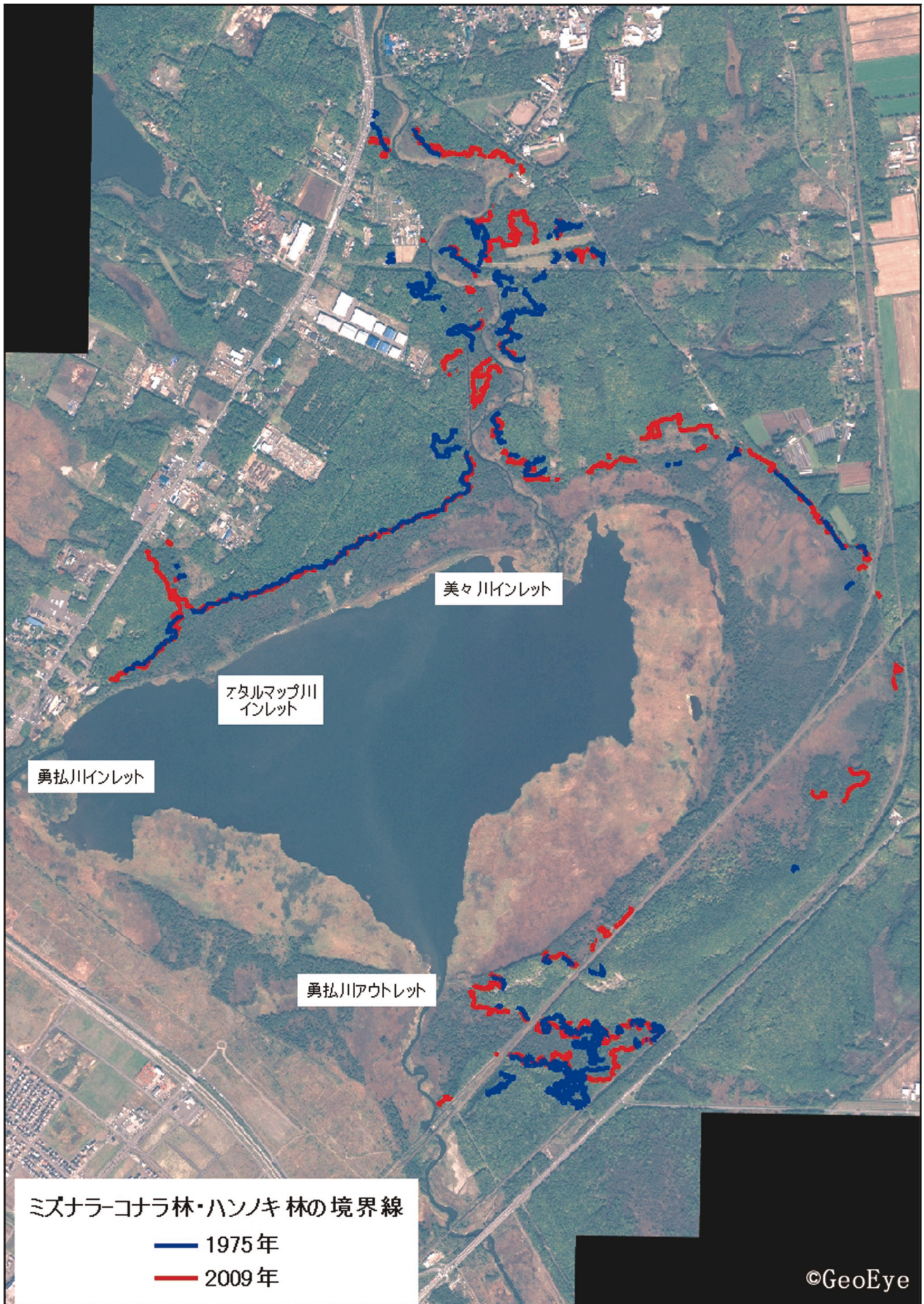


図 5 ウトナイ湖とその周辺におけるミズナラコナラ林とハンノキ林の 1975 年と 2009 年の境界線

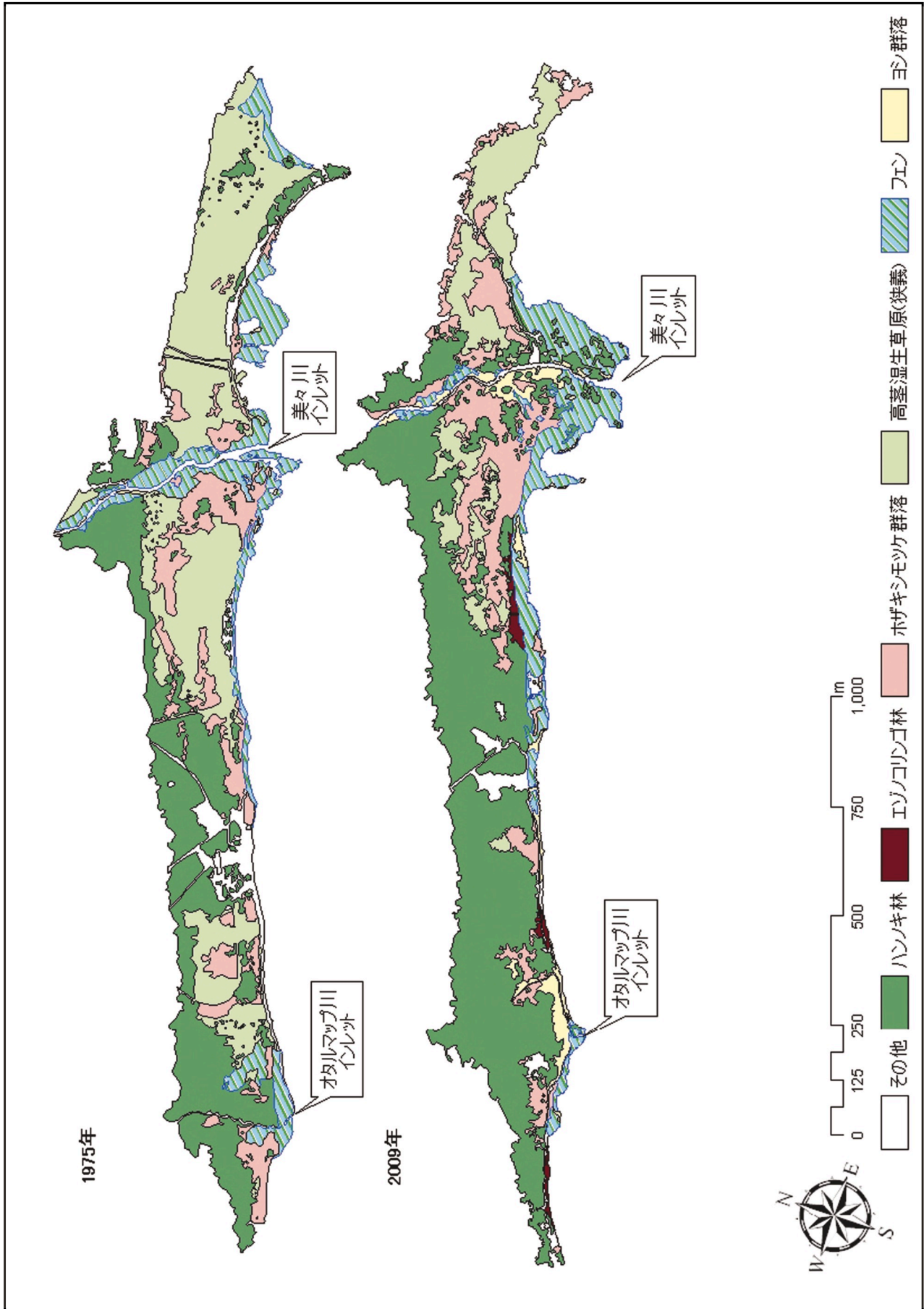


図6 ウトナイ湖北西部における湿地域内の植生変化



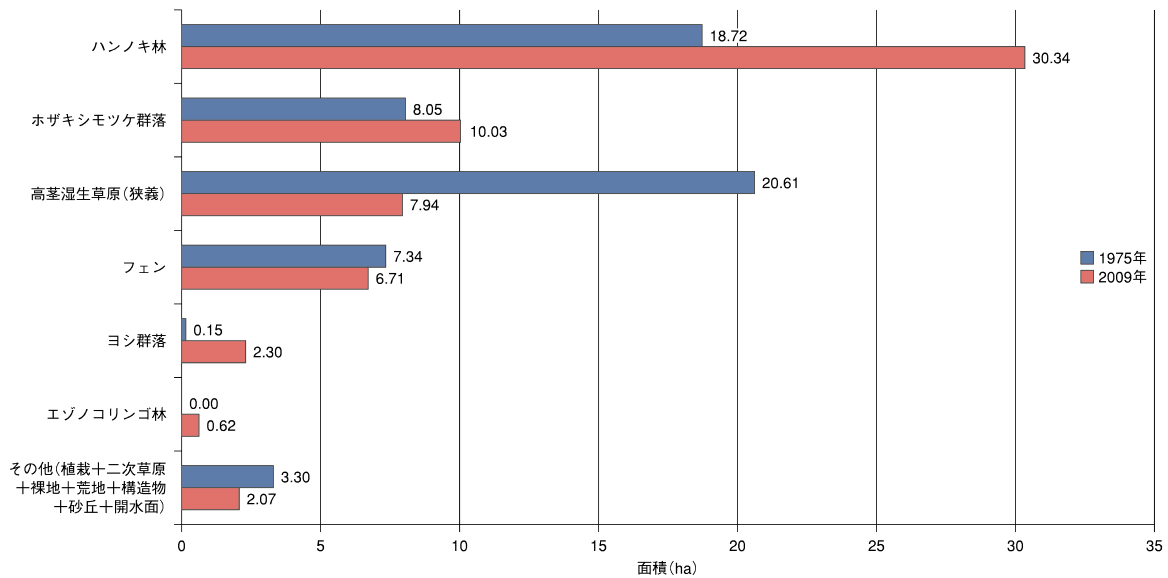


図7 ウトナイ湖北西部湿地域における 1975 年と 2009 年にかけての植生凡例別面積変化

茎湿生草原（広義）であり、ハンノキ林は 90.55 ha 拡大し、高茎湿生草原（広義）は 79.20 ha 縮小した。

陸域植生で最も変化が大きかったのは、ミズナラ-コナラ林の増加であった。一方、陸域で次に大きかった変化は裸地の減少であったが、この変化は二次遷移の進行によって裸地が植生に置き換わったためと思われる。

水域でも開水面の減少やヨシ群落やマコモ群落の抽水植物群落の減少が見られた。開水面の減少は美々川や勇払川のインレット部や北西岸での砂泥の堆積による陸化がその原因となっていた。またヨシ群落は美々川インレット付近の湖内やフェン内部にみられたが、フェンに置き換わることで面積が減少した。これに対して 1975 年に湖内に巨大なパッチを形成していたマコモ群落は 2009 年までに消失したが、その原因は不明である。

北西部では、ミズナラ-コナラ林は湿地域に侵入しておらず、北西部湿地域は 35 年間面積を変えていない。湿地域内では、内陸側からのハンノキ林の拡大によって高茎湿生草原（広義）が駆逐されていた。これは水位低下による乾燥化が原因であると推定される。

南東部では、ハンノキ林およびミズナラ-コナラ林の拡大と高茎湿生草原（広義）の減少が目立つ。これは JR 室蘭本線の線路を境に湖側ではハンノキ林が、内陸側ではミズナラ-コナラ林がそれぞれ拡大したためである。また、陸域と湿地域の境界となっているミズナラ-コナラ林とハンノキ林の境界線はほとんど無く、ミズナラ-コナラ林は高茎湿生草原（広義）と接していた。このようなことからミズナラ-コナラ林の拡大による高茎湿生草原（広義）の急激な減少は、水位低下が大きく乾燥化がより顕著に起こったため、高茎湿生草原（広義）から湿地域植生のハンノキ林に遷移せず、陸域植生であるミズナラ-コ

ナラ林へ遷移したためであると推定される。

南西部では北西部同様、高茎湿生草原（広義）がハンノキ林へと遷移していた。また一部、フェンから高茎湿生草原（広義）やハンノキ林への遷移もみられた。

35 年間でみられたウトナイ湖と周辺地域の植生変化は、湿地域を中心として起こったことが、今回の植生図解析から判明した。湿地の植生分布は水位勾配によって強く規定されているので<sup>4)</sup>、近年起こった激しい植生変化は 1970 年代に観測された湖水位の大きな低下が主要な原因として想定される。また主要な流入河川である美々川の栄養塩量も増加しており<sup>5)</sup>、この影響も懸念される。これらの水位低下や富栄養化は、この地域で行われた人為作用の結果であり<sup>5)</sup>、ウトナイ湖本来の植生配列を取り戻すためには、適切な対応策を講じなければならない。

## VI. 謝辞

本研究は環境省苫小牧自然保護官事務所スタッフの許可のもとに行われた。本研究の遂行に当たっては現場でウトナイ湖サンクチュアリ原田修氏や他のスタッフに多大な支援をいただいた。ここに記して謝意を表す。

## 文献

- 1) Yabe K.: Wetland of Hokkaido. In Biodiversity and ecology in the northernmost Japan. Edited by S. Higashi, A. Osawa and K. Kanagawa. Hokkaido University Press. Sapporo, Japan. pp.38-49, 1993
- 2) Yabe K, Uemura S.: Variation in size and shape of *Sphagnum* hummocks in relation to climatic conditions in Hokkaido Island, northern Japan. Canadian

- Journal of Botany 79: 1318-1326, 2001
- 3) van Diggelen, R, Middleton, B, Bakker, J, Grootjans, A, Wassen, M.: Fens and floodplains of the temperate zone: Present status, threats, conservation and restoration. *Applied Vegetation Science*. 9: 157-162, 2006
  - 4) Yabe K, Onimaru K.: Key variables controlling the vegetation of a cool-temperate mire in northern Japan. *Journal of Vegetation Science*, 8: 29-36, 1997
  - 5) 北海道室蘭土木現業所：第3章流域および河川の課題。美々川自然再生計画—水環境と地域の共生に向けて—：1-21, 2007
  - 6) (財)日本野鳥の会：4. 保全について。ウトナイ湖・勇払原野保全構想報告書 野鳥保護資料第19集, pp.41-52, 2006
  - 7) 矢部和夫：ウトナイ湖の水位改変が北西岸湿地のハンノキ林や他の群落の分布に与える影響の評価：2009
  - 8) 中居正雄, 丹藤敬次郎, 萱場康明, 中居聡, 中居淳：III 植物。ウトナイ沼自然環境調査報告書, pp.32-83, 1987