HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	尾瀬の自然環境の概要
Author(s)	野原, 精一
Citation	低温科学, 70, 9-20
Issue Date	2012-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/48999
Type	departmental bulletin paper
File Information	LTS70_003.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

低温科学 70 （2012） 9-20

尾瀬の自然環境の概要

野原　精一[1)]

2012 年 1 月 16 日受付，2012 年 1 月 18 日受理

尾瀬地域は檜枝岐村，片品村，魚沼市の 3 市町村に位置し，標高 2,000 m 級の山々に囲まれた盆地状をなしている．尾瀬ヶ原は本州最大の泥炭地・高層湿原である．尾瀬沼は自然湖沼である．尾瀬地域の地形，地質，尾瀬山ノ鼻地区の気象，尾瀬地域の気象，尾瀬の水文・水質，尾瀬地域の植物相，尾瀬地域の外来種，尾瀬沼の水生植物，尾瀬の動物相等についての自然環境の概要をまとめた．

Overview of natural environment of Oze rigion

Seiichi Nohara[1]

Oze region located in Hinoemata Village, Katashina Village and Uonuma City and the amphitheater surrounded by high mountains of 2,000m. Ozegahara mire is the largest high moor and peatland in the mainland of Japan. Oze Lake is a natural lake in those area. This report is given a broad overview of natural environment such as the landscape and geological formation of Oze region, meteorological phenomenon of Yamanohana and Oze region, the hydrology and water quality, flora and fauna of Oze region from the existing literature.

1．地形

尾瀬地域は福島県檜枝岐村，群馬県片品村，新潟県魚沼市の 3 県に位置し，標高 2,000 m 級の山々に囲まれた盆地状をなしている．尾瀬とその周辺地域は国立公園の特別保護地域であり，我が国では有数の美しい景観を示し，貴重な自然を残している．尾瀬ヶ原は東西 6 km，南北 2 km，面積約 8 km² の本州最大の泥炭地・高層湿原である．尾瀬沼は東西 2 km，南北 1.1 km，周囲約 6 km，面積 1.67 km²，最深で 9.5 m の深さの自然湖沼である．尾瀬沼から流出した河川は沼尻川となり尾瀬ヶ原に流入している．北東にそびえる尾瀬最高峰である燧ヶ岳は溶岩と火山砕屑物を交互に噴出して成長した成層火山で（阪口，1989），山頂は御池岳を火口丘とし，俎嵓，柴安嵓，赤ナグレ岳，ミノブチ岳が外輪山を形成し，北山麓にはいくつかの湿原が分布している．次に高い至仏山（2228.1 m）は南に小至仏山を連ね，北には岳ヶ倉山へと尾根を伸ばしている．次に溶岩円頂丘をもつ景鶴山（2,004 m）が尾瀬ヶ原の北にそびえ，東に与作岳（松ぐら高山，1,932.9 m），西には大白沢山（1,942 m）を連ね，西南面に外田代，八海山（1,811.1 m）を抱えている．至仏山から南に伸びる尾根は，オヤマ沢田代上部で南西，南東両方向に分かれる．南西方向に伸びる尾根は悪沢岳（2,043 m），小笠，笠ヶ岳（2,057.5 m）を経て尾瀬から離れていく．南東方向に伸びる尾根は鳩待峠（1,591 m），横田代，傾斜の緩い楯状火山のアヤメ平（1,968.8 m），富士見峠（1,883 m），白尾山（2,003 m），皿伏山（1,916 m），三平峠（1,762 m）と続いている．この尾根は，太平洋側と日本海側の分水嶺となっている．三平峠から尾根は桧高山（1,932.2 m），小淵沢田代，大江山，沼山峠（1,784 m）を経て燧ヶ岳へと続いている．この尾根に固まれた地域が集水域となりそこに降った水は，大白沢山から流れてきた猫又川と上田代で川上川と合流し，さらに伝之丞沢と合流しヨッピ川となり，尾瀬沼から流れてきた沼尻川と合流し只見川となる．集められた水は平滑滝，三条ノ滝を経て尾瀬から日本海に流れる．（福島県生活環境部，2007）

1）国立環境研究所生物・生態系環境研究センター
[1] Center for Environmental Biology and Ecosystem, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506 Japan
Phone & Fax: ＋81-29-850-2501
E-mail: snohara@nies.go.jp

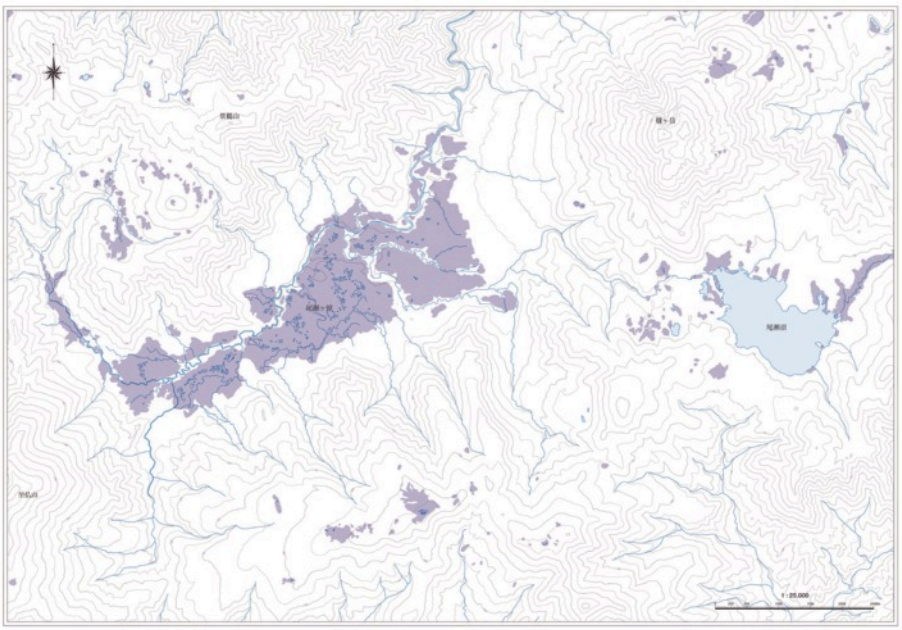

図 1：尾瀬地区の地形図（国土地理院 1/25,000 地形図から作図）

2．地質

尾瀬地域の最も古い地層は，景鶴山から外田代に分布する檜枝岐層（古生代二畳紀）である．これは 2 億 2,000 万年ほど前に海底に堆積した地層で，頁岩や砂岩からなり，古生代末期を示す紡錘虫（フズリナ），ウミユリなどの化石を産出する．中生代の初め（1 億 7,000 万年前）ころ，蛇紋岩が上昇して至仏山を形成した．暗緑色を呈した蛇紋岩は，地下深くのカンラン岩などの超塩基性岩類が水と反応して形成されたもので，植物の生育に大きな影響を及ぼすマグネシウムを多量に含んでいる．

白亜紀（1 億 3,500 万年～6,500 万年）前期の地層が，戸倉と大清水の間の片品川に流れ込むウルシ沢や六郎沢でみられ，この地層は戸倉沢層で層厚は約 530 m である．下層部は砂岩と頁岩が互層をなし，中層部は礫質の砂岩からなり，上部層は葉理が発達した砂岩と泥岩の互層からなっている．白亜紀後期（約 1 億年前）に，只見川の三条の滝より下流域や，鳩待峠を挟んで流れる川上川や津奈木沢沿いに見られる花崗岩が上昇してきた．これは須田貝花崗岩と呼ばれ，利根川源流域に広く分布している．

新生代第三紀鮮新世（530 万年前～170 万年前）末になると，尾瀬の周囲で火山活動が活発になり，景鶴山が安山岩の溶岩を流して楯状火山を造った．この溶岩流は，景鶴山の山頂部分とアヤメ平北面の下部に見られ，現在の尾瀬ヶ原一帯を埋めつくしていた．

新生代第四紀（170 万年前～現代）の更新世（170 万年前～ 1 万年前）に，ススケ峰火山の噴火があり，続いてアヤメ平，皿伏山，荷鞍山の火山が噴火した．これらの溶岩や火山噴出物は，古只見川の上流部まで多量に堆積しそのほとんどが侵食され，尾瀬ヶ原，尾瀬沼の盆地の原形ができた．燧ヶ岳は何度も噴火を繰り返し，溶岩や火山灰を大量に噴出して現在の成層火山に成長した．噴火の始まりは更新世の末期で，今から 500 年程度前にも噴火があった．湿原堆積物である泥炭の堆積時期は，約 9,000 年前～6,000 年前から始まり，その堆積速度は 1 年約 1 mm と推察されている．尾瀬ヶ原では，泥炭の厚さは最大で 5 m に達している．（福島県生活環境部，2007）

阪口・相馬（1998）は尾瀬ヶ原の地学的問題について解明した．中田代のドーム状高まりの北西縁急斜面は前面の泥炭層の脱水収縮によって FP 降下直後の AD 550–600 年ころ形成され，その原因は降水量の増大に起因してヨッピ川よりの泥炭地で起こった側方侵食と考えられる．斜面泥炭地である南下田代は 6,600 年前ころ沼尻川と六兵衛堀の合流点付近から泥炭地化し次第に斜面をはい上がっていった．尾瀬ヶ原のドーム状高まりや，緩やかに傾く田代はすべて泥炭層基底の地形を反映したもので，ブランケット泥炭地に類似の泥炭地である（阪口 1983，1985）．尾瀬ヶ原の今日の泥炭地の前身は晩氷期から完新世の始めにかけて尾瀬ヶ原を取り巻く山麓の扇状地上に発生し，北下田代・上田代→中田代→南下田代の順に泥炭地化し最後に西中田代が泥炭地化した．今日に近い湿原景観が現れたのは 6,000 年前頃であると考えられる（阪口・相馬，1998）．

3．尾瀬地域の気象

尾瀬地域で定点気象観測を長年，継続的にデータを蓄積している所は 3 ヶ所あり（表 1.），更に 1982 年から檜枝岐村にアメダス気象観測所が設置されている．

表 1：観測所諸元一覧表

観測所名	管理者 （観測開始年月）	標高 （m）	北緯 東経	観測項目
尾瀬沼	東京電力㈱ （1949.12～）	1,667	36°55.0′ 139°18.5′	気温，雨量，積雪深，天気，風向，風速
尾瀬ヶ原 （温泉小屋）	電源開発㈱ （1961.6～）	1,420	36°57.0′ 139°15.0′	気温，湿度，雨量，天気，風向，風速等（6～10 月）
山の鼻 ビジターセンター	群馬県 （1977.6～）	1,405	36°54.7′ 139°11.8′	気温，湿度，地中温度，雨量，天気，風向，風速，日射量，雲量，積雪深，生物季節等
アメダス観測所 檜枝岐	気象庁 （1982.1～）	930	37°01.5′ 139°23.1′	気温，雨量，積雪深，日照時間，風向，風速，

3.1 気温

平均気温の最高は 7 月下旬であり，尾瀬沼は 20.2℃，温泉小屋は 24.3℃，山の鼻は 23.7℃である．平均的な尾瀬の夏は，尾瀬ヶ原で気温が 24℃前後まで上昇し，尾瀬沼では 20℃をわずかに越えるまでしか上昇しない．平均気温の最低は，尾瀬沼が 2 月下旬で－13.2℃，山の鼻が 1 月下旬で－14.7℃と，標高の低い山の鼻の方が 1℃以上低い（図 5）．これは，地形による風向風速と積雪によるものと思われる．記録に残る最低気温は，尾瀬沼では－31.0℃（1995.12.27），山の鼻では－30.0℃（1998.12.28）である．

一方，檜枝岐村の平均気温は，最高が 8 月で 30.1℃と尾瀬沼より 9.9℃も高いのに対し，最低気温は 1 月の－14.0℃と尾瀬沼より 0.8℃低く，山の鼻より 0.7℃高い程度で，年間を通して尾瀬地域と同程度の最低気温となっている．（菊地，2002）

3.2 湿度と大気中の水分量

山の鼻の旬平均湿度（1990～1999）は 80～88％で，周辺都市部の前橋，新潟，福島と比べて，いずれの月も 10％高くなっている．時間別の湿度変化は，夜間（21 時～ 7 時）は，各月とも 95％前後と変わりないが，湿度が最も低くなる 12 時から 13 時を比べると，10 月が最も低く 65％前後であり，8・9 月が 72％と高くなっている．大気中に含まれている水分量は，7・8 月が 10.8～14.1 g m^{-3} と多く，10 月が 4.9～6.6 g 1m^{-3} と最も少ない．（菊地，2002）

3.3 降水量

平均年間降水量（1990～1997）は，尾瀬沼で 1485.9 mm，山の鼻で 1,781.1 mm と山の鼻の方が尾瀬沼より 300 mm 近く多い．季節的には，夏（6～9 月）と冬（12～ 2 月）に多く，春（4～5 月）と秋（11 月）には少ない．一方，檜枝岐での年平均降雨量（1990～1997）は，尾瀬沼とほぼ同じ 1,426 mm で，季節的にも尾瀬地域と同じ傾向を示す．

3.4 積雪

尾瀬の積雪は 3 月に最大となり，月別の平均積雪深は尾瀬沼では 2.5 m を越え，山の鼻では 3 m を越える．標高が 250 m も低い山の鼻の方が 50 cm も多く積もるのは，地形と風の影響によるものである．一方，檜枝岐での平均最大積雪深は 2 月の 202 cm で，3 月に入ると雪解けが始まる．なお，最大積雪深は尾瀬沼で 423 cm（1984 年），山の鼻で 420 cm（1994 年），檜枝岐で 311 cm（1996 年）を記録している．尾瀬地域では 1984 年と 1996 年に豪雪があり，1990 年と 1998 には小雪であった．約 40 年前から観測結果からみると，ここ 25 年間は豪雪と小雪の変動幅が大きくなる傾向がみられる．（菊地，2002）

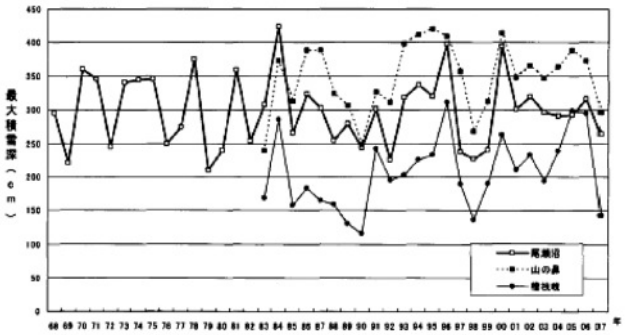

図 2：最大積雪深の経年変化（福島県，2008 から引用）

3 地点を比較すると，最大積雪深が深い順に，山の鼻，尾瀬沼，檜枝岐となる．それぞれ最大積雪深の平均は，山の鼻が 347 cm（1983 年～2007 年），尾瀬沼が 298 cm（1968 年～2007 年），檜枝岐が 207 cm（1983 年～2007 年）である（福島県，2008）．

3.5 風向・風速

尾瀬の平均風速は，冬季に強く夏季に弱い．山の鼻では 2 月中旬に平均風速 1.8 m s^{-1} を示すのに対し，夏季の 7 月下旬に 0.4 m s^{-1}，8 月中旬に 0.2 m s^{-1} と弱い．観測所別では，冬季（1～3 月）は山の鼻が 1.1～1.8 m s^{-1} であるのに対し，尾瀬沼は 0.8～1.2 m s^{-1} であり，山の鼻の方が 0.5 m s^{-1} ほど風が強い．これは，山の鼻での風が至仏山と岳ヶ倉の鞍部から吹き降ろしてくる北西又は北北西の季節風であるのに対し，尾瀬沼では盆地地形であるため風が尾瀬沼上空に吹き上げられるためである．ただし，風向が変わる 5 月中旬と 9 月下旬には，尾瀬沼の方が山の鼻より一時風速が大きくなる．山の鼻の風向は，四季を通して西風が卓越し，冬季はこれに北風の要素が加わり風速も強まる．尾瀬沼は，8・9

月を除き北風が卓越し，冬季は風速も強くなる．山の鼻での最大瞬間風速は1994年2月22日の27.8 m s^{-1}であった．最大瞬間風速が20.0 m s^{-1}を越えるのは冬季に集中し，その風向は北西，西北西あるいは北北西である．（菊地，2002）

3.6 日射量

山の鼻で日射量の最も多い時期は，梅雨明けの7月下旬の385 cal cm^{-2} day^{-1}である．

一方，最も少ないのは，秋雨前線の影響を受ける9月下旬の210 cal cm^{-2} day^{-1}である．（菊地，2002）

3.7 地中温度

山の鼻での日中の太陽放射の直接的影響による地温の上昇は，地下10 cmから20 cmの間であり，地表と10 cmの地温は日夜に上下変動を繰り返しながら8月まで上昇し，それ以降は下降する．しかし，20 cmより深いところの地温は日夜の変動はなく，8月まで緩やかに上昇し，その後も緩やかに下降する．（菊地，2002）

3.8 地形と気候（盆地気候）

尾瀬沼及び尾瀬ヶ原は盆地の底にあるため，冷気がたまりやすく霜が降りやすい．霜が降りる時の気温は3 ℃以下で，山の鼻で平均最低気温が3 ℃になるのは10月上旬から中旬にかけてであるが，早い年は9月上旬から平均的には9月下旬から霜が降る．一方，山の鼻の最低気温が3 ℃を越えるのは5月下旬から6月上旬にかけてである．山の鼻で観測（1981〜2000）された霜の最終日は，平均すると6月5日で，最も早い年は1984年の5月19日，最も遅い年は1987年の6月23日である．山の鼻に吹き下りる「山風」は多いとはいえないが，冬から春にかけてと秋の移動性高気圧に覆われた日に吹き，川上川を下りるものと，猫又川を下りるものがある．また，尾瀬ヶ原は湿原であり，尾瀬沼も湖であるため日中は暖まりにくく，加えて盆地であるため上昇気流は起こりにくい．そのため，「谷風」が吹くことは「山風」以上に少ないと考えられる．尾瀬沼の氷結は，平均最低気温が−7 ℃前後になる11月末から12月10日ごろに始まる．解氷の記録は1981年5月のものしかないが，最高気温が8 ℃前後になると解氷が始まり，2日後には流氷となり，4日後には流氷が尾瀬湖一面に広がる．（菊地，2002）

4. 尾瀬山ノ鼻地区の気象

尾瀬山ノ鼻地区では，1967年より気象観測が行われており，「尾瀬の自然保護」第2〜28号には，1977年から2002年までの観測結果が掲載されている．また，2003年以降も，尾瀬保護財団によって気象観測が継続されている．これらの観測資料および周辺気象観測所資料を用いた気象・気候解析も幾度か実施されており，尾瀬山ノ鼻を含む尾瀬地域における気象特性・気候特性の解明されてきた（菊池，1999，2000，2001；福島県，2008）．平年的な気象特性・長期的な変動傾向については，西村・吉弘（2008）が，尾瀬山ノ鼻での30年間の気象観測結果を用いて，その平年値と変動傾向の算出を行った（表2.）．

4.1 気温

年平均気温の平年値は5.4℃であり，平年並みの範囲は4.9〜5.8℃となる．また，夏期（6〜10月）の平年値は13.5℃であり，冬期（12〜3月）の平年値は−5.6℃である．年最高気温の平年値は28.2℃であり，平年並みの範囲は27.3〜29.2℃となる．山の鼻では気温が30℃を超えることは滅多になく，この30年においても，気温30℃以上を観測したのは，1988年と1994年の2年のみである．年最低気温の平年値は−25℃であり，平年並みの範囲は−24.0〜−28.2℃となる．年最低気温は−20℃台となる場合が多く，冬期の観測がはじまった1989年以降において，−20℃以上となったのは1989年のみであり，また−30℃以下になったのも1995年と2003年のみである（西村・吉弘（2008））．

4.2 降水量

年合計降水量の平年値は1,969 mmであり，平年並みの範囲は1,659〜2,317 mmとなる．また，夏期（6〜10月）の平年値は910 mmであり，冬期（12〜3月）の平年値は571 mmである．日本有数の豪雪地帯である群馬県・新潟県境では，平年で2,500〜3,000 mm以上の年合計降水量があるが，それに比べると若干少ない．日降水量年最大値の平年値は86 mmであり，平年並みの範囲は68〜101 mmとなる．

年合計降水量，夏期合計降水量および冬期合計降水量いずれにおいても増加傾向が見られる．年合計値は，夏期合計値や冬期合計値に比べて増加率が大きくなっているが，ここ15年でみた一時的な傾向として位置づけられる．また，日降水量年最大値および1時間降水量年最大値も，年々大きくなる傾向があり，短期的な大雨や短時間強雨が増えている（西村・吉弘（2008））．

4.3 風速

年平均風速の平年値は1.0 m s^{-1}であり，平年並みの範囲は0.9〜1.1 m s^{-1}，夏期（6〜10月）の平年値は0.5 m s^{-1}であり，冬期（12〜3月）の平年値は1.6 m s^{-1}である．周辺地形に影響で，夏期の南風は入りにくく，また冬期の北西季節風も，群馬・新潟県境の脊梁山脈の他に奈良俣ダム流域西側の矢種山・赤倉岳，東側のスズヶ峰・岳ヶ倉山によって直接的な吹き込みを抑えられるため，1年を通じて全般に風は弱い．その中で，季節風の寄与がある冬期のほうが，夏期に比べて3倍程度風が強くなっている．年最大風速の平年値は8.0 m s^{-1}であり，平年並みの範囲は7.3〜8.4 m s^{-1}となる．各年の最大風速は，ほとんど冬期に記録している（西村・吉弘（2008））．

表 2：山の鼻地区における各気象要素の平均値・最大値・最小値・統計年数と経年変化率（西村・吉弘（2008）を改変）

	平年値	最大値	最小値	統計年数	経年変化率
年平均気温（℃）	5.4	8.2	3.1	17	−0.014
夏期平均気温（℃）	13.5	14.8	11.8	30	0.027
冬期平均気温（℃）	−5.6	−1.2	−7.3	14	0.050
年最高気温（℃）	28.2	31.2	24.5	30	0.003
年最低気温（℃）	−25.7	−17.7	−30.8	17	−0.173
夏日日数（日）	18	40	0	30	0.231
冬日日数（日）	174	210	119	17	0.375
真冬日日数（日）	59	89	25	17	0.635
夏期平均湿度（%）	87	91	81	29	0.047
夏期最小湿度（%）	18	35	4	29	−0.269
年降水量（mm）	1968.6	2491.0	1189.7	14	57.053
夏期降水量（mm）	909.6	1348.5	422.0	28	4.519
冬期降水量（mm）	571.3	801.0	285.8	13	22.833
日降水量年最大値（mm）	86.4	138.5	45.0	14	2.677
1時間降水量年最大値（mm）	28.9	97.5	15.5	14	0.588
年平均風速（m/s）	1.0	1.2	0.7	14	−0.020
夏期平均風速（m/s）	0.5	0.8	0.2	28	0.003
冬期平均風速（m/s）	1.6	1.9	1.2	13	−0.027
年最大風速（m/s）	8.0	9.8	6.7	14	−0.043
月平均積雪（1月）	210	337	128	23	8.945
月平均積雪（2月）	275	358	147	21	3.494
月平均積雪（3月）	290	380	193	20	0.873
月平均積雪（12月）	86	221	25	20	0.466
最深積雪	348	420	239	24	2.396
夏期平均地中温度（9時 0 cm）	13.7	14.5	12.4	27	0.025
夏期平均地中温度（9時-10 cm）	13.7	14.7	12.5	27	0.023
夏期平均地中温度（9時-20 cm）	13.6	14.7	12.1	26	0.027
夏期平均地中温度（9時-30 cm）	13.3	15.2	12.0	26	0.002
夏期平均地中温度（15時 0 cm）	16.7	18.1	15.2	13	0.072
夏期平均地中温度（15時-10 cm）	14.5	15.2	13.4	13	0.042
夏期平均地中温度（15時-20 cm）	13.8	14.6	13.0	12	0.000
夏期平均地中温度（15時-30 cm）	13.3	15.1	12.6	12	−0.072

4.4 積雪深

月平均積雪の平年値は，1月が210 cm，2月が275 cm，3月が290 cmおよび12月が86 cmであり，平年並みの範囲は，1月が174〜231 cm，2月が256〜305 cm，3月が259〜328 cmおよび12月が55〜94 cmとなる．積雪観測が開始された1983年以降では，最も雪が少ない年でも1〜3月の各月の平均積雪は100 cm以上となっており，多い年では各月とも平均積雪300 cm以上となっている．最深積雪の平年値は348 cmであり，平年並みの範囲は318〜378 cmとなる．積雪深は増加する傾向を示している．1980年代および1990年代は年による変動が大きいが，2000年代は比較的多めの値を安定して記録した年が続いている．ただし，積雪深計の埋雪により，積雪深計の測定範囲以上の積雪がありながら測定値としては測定範囲上限値しか記録できなかった年も含まれる．実際には平年値等はこれらよりも大きな値になると考えられる（西村・吉弘（2008））．

尾瀬ヶ原山の鼻地区の気象データから1982〜2007年度の25年間の平均的な積雪量を解析した（図3，4）．積雪は11月から始まり最大の積雪深に達するのは，3月の中旬で，平均の雪解け日は5月25日（11月1日から206日目）であった．雪解け終了前の1ヶ月間における平均的な雪解け速度は5.9 cm day^{-1}であった．雪解け日の最も遅い年は2000年で雪解け日は6月27日で，最も早い年は1995年で雪解け日は4月30日あった．雪解け速度は最速で7.7 cm day^{-1}（1986年）で，最も遅いのは3.7 cm day^{-1}（2000年）であった．

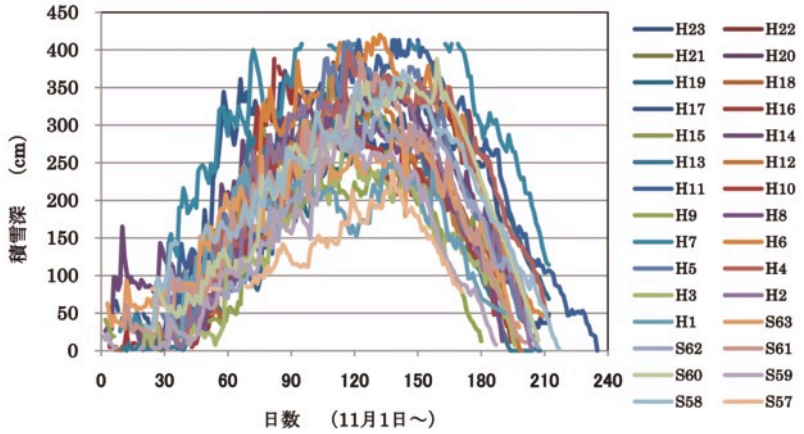

図 3：山の鼻地区の気象データ 1982～2007 年度の各年の積雪量の変化

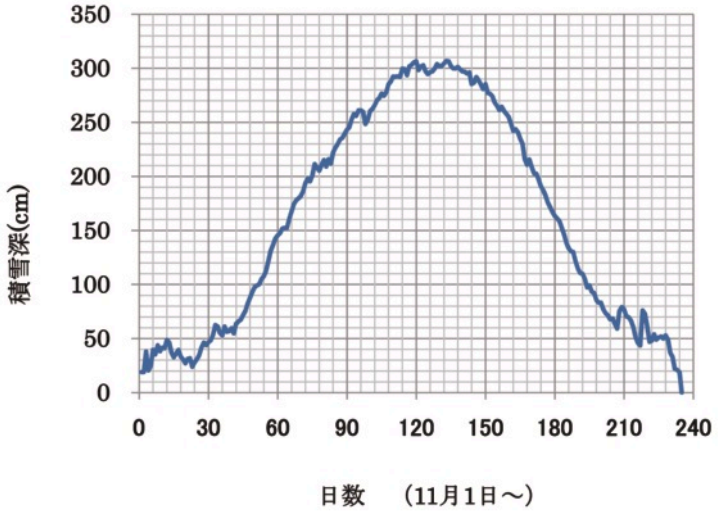

図 4：山の鼻地区の気象データ（1982～2007 年度）26 年間の平均的な積雪量の変化

5. 尾瀬の水文・水質

5.1 尾瀬沼の気象・水文・水質

尾瀬沼は湖面面積 1.6 km²，最大水深 9.5 m，水容積 5.2×10^6 m³，集水面積 13.1 km²，滞留時間 107 日，水位変動約 3 m の自然湖沼である（野原，1988）．

1949 年 11 月に完成した出水口より東京電力㈱による計画的な取水がなされており，冬季減水期では 12 月 1 日から水位低下を始め 4 月 1 日まで続く．毎年夏期より冬期には 3 m 程度低下し，雪解け時の 4 月上旬から 5 月中旬にかけて一気に水位が 3 m 回復する．尾瀬沼における東京電力㈱の水文・気象のモニタリング（1993～2003 年）における年平均気温は 4.0°C，年降水量 1,551 mm y^{-1}（1,088～1,832 mm y^{-1}），年平均水位 1.97 m

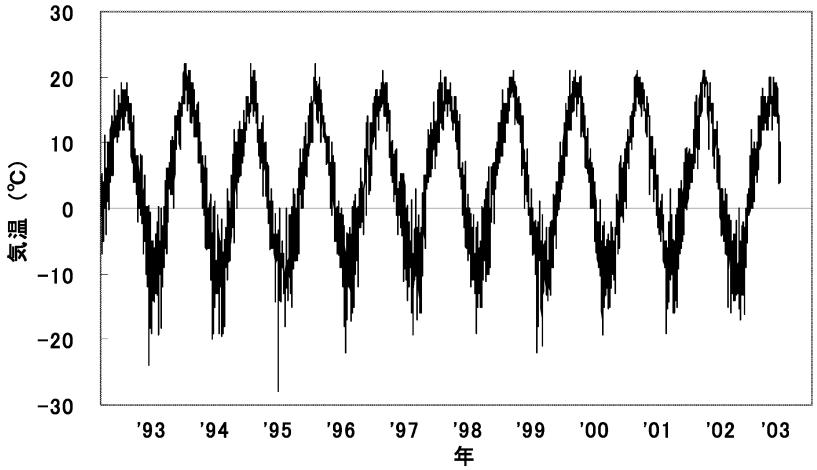

図 5：尾瀬沼における気温変化（1993～2003 年）

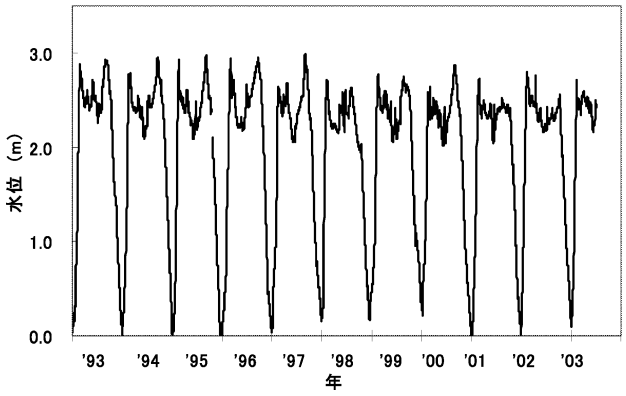

図 6：尾瀬沼の水位変化（1993～2003 年）東京電力データから作図

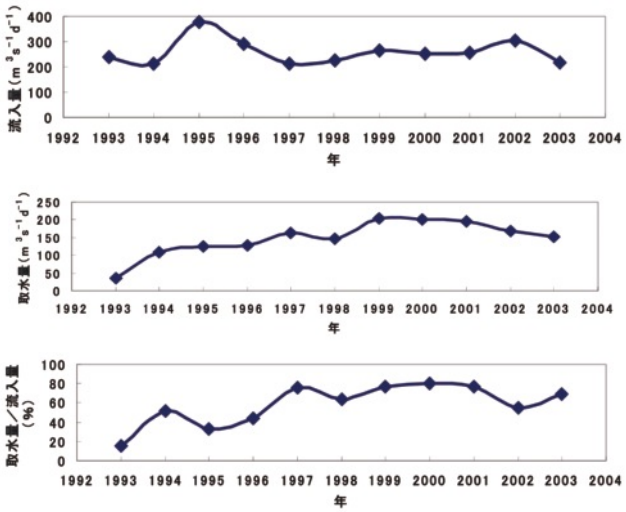

図 7：尾瀬沼における流入量，取水量，取水量／流入量の変化（1993-2003 年）㈱東京電力データから作図

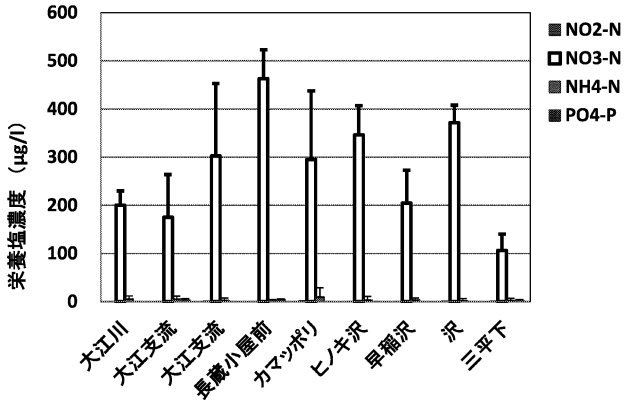

図 8：流入河川の栄養塩濃度（2000～2009 年平均）（野原，2010 より引用）

（1.88～2.00 m），流入量 267 $m^3\ s^{-1}\ d^{-1}$，（211～378 $m^3\ s^{-1}\ d^{-1}$）取水量 160 $m^3\ s^{-1}\ d^{-1}$ で（108～203 $m^3\ s^{-1}\ d^{-1}$）平均では 62%（33～80%）が群馬県側の利根川水系へ取水されていた．

尾瀬沼への流入河川の栄養塩濃度（2000～2009 年平均）を図 8 に示した．年による違いはあるが，最も硝酸の栄養塩濃度が高いのは長蔵小屋に供給されている沢水

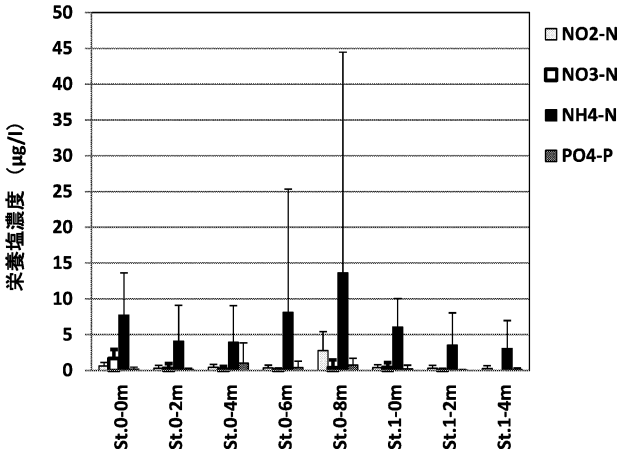

図 9：尾瀬沼の湖水中の栄養塩類の濃度（2000～2009 年の平均）（野原，2010 より引用）

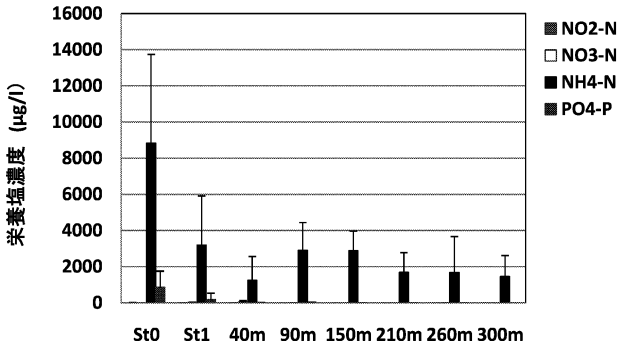

図 10：尾瀬沼の底泥間隙水中の栄養塩濃度（2000～2009 年平均）（野原，2010 より引用）

で，460 $\mu gN\ l^{-1}$ で，最も低いのは三平下の沢で 110 $\mu gN\ l^{-1}$ であった．亜硝酸，アンモニア，リン酸は少なかった．

湖水中の栄養塩類の濃度（2000～2009 年の平均）を図 9 に示した．年変動の標準偏差が大きいが，夏期の湖水中の栄養塩類の濃度は低く，わずかに底泥近傍でアンモニア態窒素が検出された．（野原，2010）

底泥間隙水中の栄養塩濃度（2000～2009 年平均）を図 10 に示した．主に検出されるのはアンモニア態窒素で，湖心では最も濃度が高く 8,800 $\mu gN\ l^{-1}$，St.1 では 3,200 $\mu gN\ l^{-1}$，ライントランセクトでは低くなり 1,100～2,000 $\mu gN\ l^{-1}$ であった（野原，2010）．

懸濁物質の年変動（2004～2009 年）と標準偏差を図 11 に示した．2000 年から 2003 年にかけて減少してきたが，その後徐々に増加してきている．クロロフィル a 量は 2002 年と 2006 年にやや低いが，年々徐々に上昇傾向にある．最近の 3 年間のクロロフィル a 量は 9 μgl^{-1} であり，富栄養湖沼のレベルになっている．湖心及び St.1 の表層（0～4 m）のクロロフィル a 量の年変動と標準偏差を図 12 に示した．2001 年と 2009 年には標準偏差が大きいが湖心及び St.1 の表層クロロフィル a 量はほぼ同じであった．懸濁物質に含まれる藻類の割合はここに示され，2003 年は近年特に藻類の比率が高い年

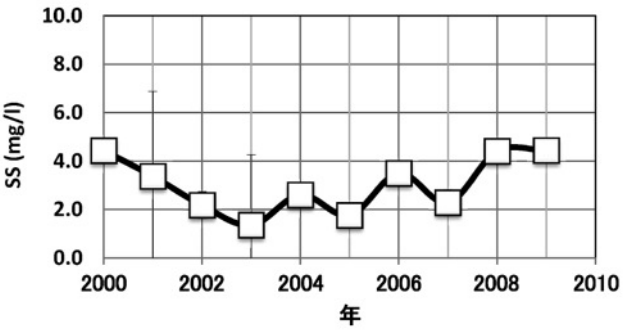

図 11：尾瀬沼の懸濁物質の年変動（2000～2009 年）（野原，2010 より引用）

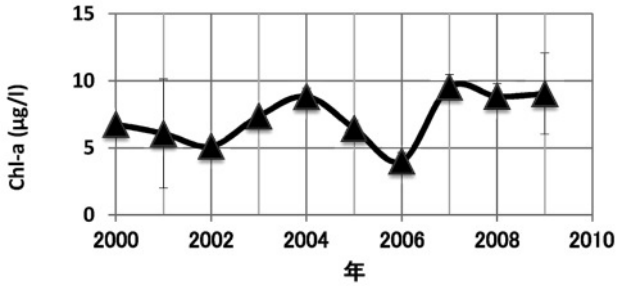

図 12：尾瀬沼のクロロフィル a 量の年変動（2000～2009 年）（野原，2010 より引用）

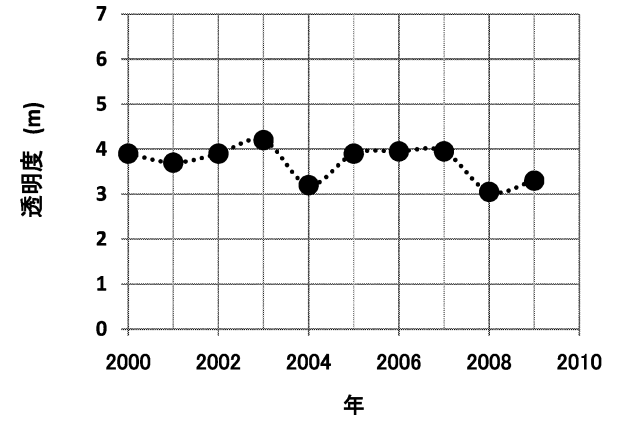

図 13：湖心における夏期透明度の変遷（2000～2009 年）（野原，2010 より引用）

であった．2004 年，2005 年，2007 年は比較的藻類が多い．（野原，2010）

尾瀬沼の湖心の透明度は 1980 年台には 2.8～4.6 m で上下し（野原，2007），1991～1993 年には 4 m であったが，1995 年には 2.4 m，1996 年には 2.6 m になって一時期に尾瀬沼の富栄養化が危惧された．1998 年には 3.4 m，1999 年には 2.8 m であった．10 年間の湖心における夏期の透明度の変遷（2000～2009 年）を示した（図 12）．2000 年には 3.9 m，2001 年には 3.7 m で透明度は回復し，2005 年には透明度 3.9 m まで回復し排水のパイプラインの効果が現れてきた．4 m 前後を推移してきたが，2004 年，2008 年，2009 年の晩夏には透明度が再び悪化した．中栄養湖沼（年平均透明度 6～3 m，クロロフィル a 濃度 2.5～8 μgl^{-1}）であった尾瀬沼が富栄養湖沼（透明度 3～1.5，クロロフィル a 濃度 8～25 μgl^{-1}）となりつつあったが，2000 年～2005 年には中栄養湖沼の範囲に回復している．（野原，2010）

5.2 尾瀬沼・池塘・河川水の溶存元素組成

尾瀬沼の水質環境を知るために，湖心の各層の水や底質の間隙水，池塘及び河川水における溶存元素の濃度を ICP（誘導結合プラズマ発光分光分析）で測定した（野原，未発表）．図 14．には尾瀬沼湖水と間隙水の溶存元素濃度（mg l^{-1}）を示した．湖水中に最も多い元素はケイ素（4.21 mg l^{-1}）でついでカルシウム（3.82 mg l^{-1}），ナトリウム（1.76 mg l^{-1}）と続き，溶存の鉄の濃度は 0.41 mg l^{-1} であった．底質間隙水中に最も多い元素はイオウ（18.19 mg l^{-1}）で，ついでケイ素（9.07 mg l^{-1}）でついでカルシウム（12.97 mg l^{-1}），ナトリウム（3.10 mg l^{-1}）と続き，溶存の鉄の濃度は 3.77 mg l^{-1} で湖水よりも高濃度であった．それに対し，図 15．に示した尾瀬ヶ原池塘の溶存元素濃度（mg l^{-1}）は低濃度で各成分のバランスが良く存在していた．最も多い元素はイオウ（0.22 mg l^{-1}）でナトリウム（0.18 mg l^{-1}）と続き，ついでカルシウム（0.17 mg l^{-1}）で，溶存の鉄の濃度は 0.15 mg l^{-1} で低かった．尾瀬沼流入河川および尾瀬ヶ原における主要河川水の溶存元素濃度（2010 年夏期）はケイ素（9.07 mg l^{-1}）が他に比べて大変多く，ついでマグネシウム（1.91 mg l^{-1}），カルシウム（1.62 mg l^{-1}），ナトリウム（1.12 mg l^{-1}）と続いた（図 16.）．

それぞれの池塘の水深，年平均水温，最高水温，0 ℃

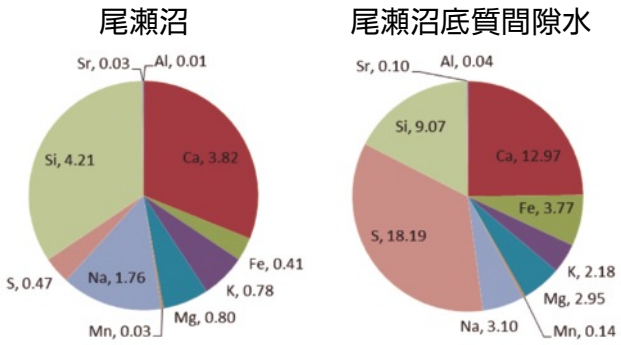

図 14：尾瀬沼湖水と間隙水の溶存元素濃度（mg l^{-1}）

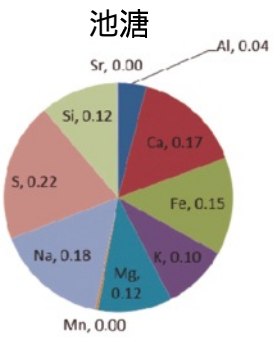

図 15：尾瀬ヶ原池塘の溶存元素濃度（mg l^{-1}）

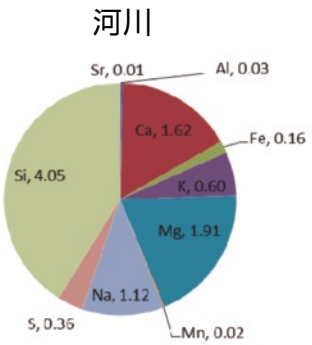

図 16：尾瀬沼流入河川および尾瀬ヶ原における主要河川水の溶存元素濃度（2010 年夏期）

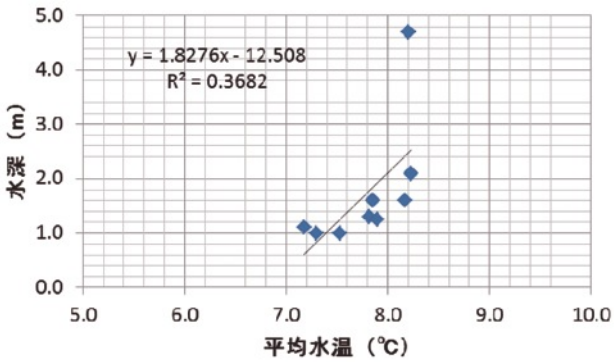

図 18：尾瀬中田代の池とうにおける平均水温と水深の関係

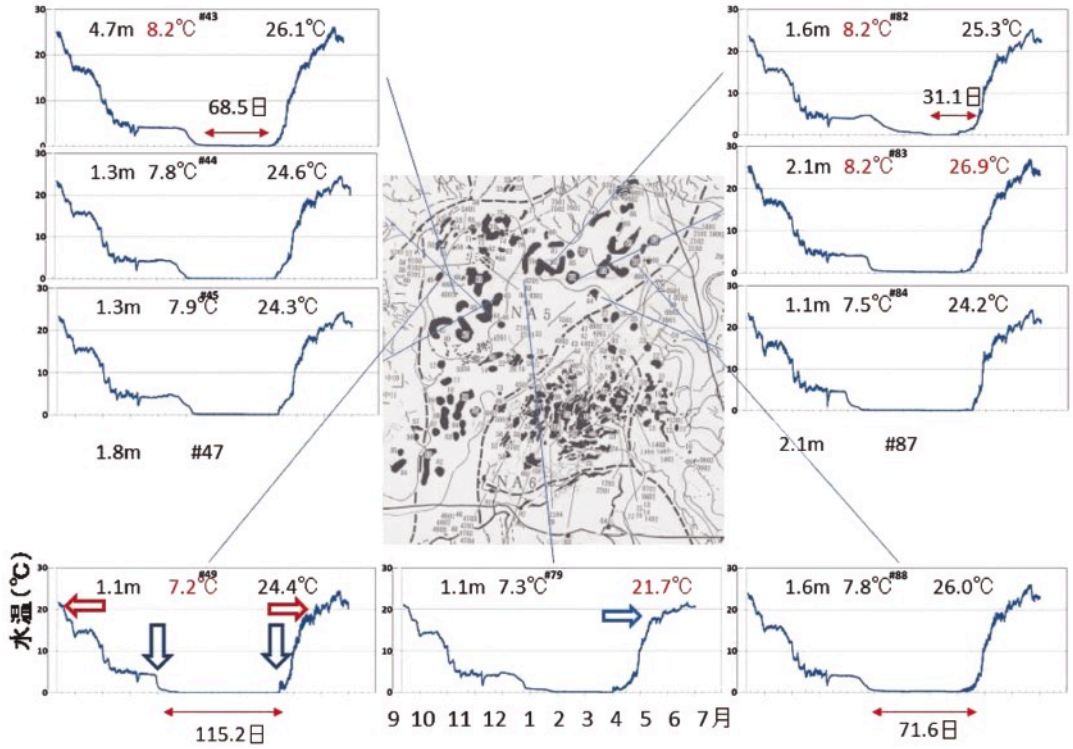

図 17：尾瀬中田代における池溏の水温変化（2010–2011 年）

の日数を示す．

環境省のモニタリングサイト 1000 事業の調査地である中田代において実施している，池溏の 1 m 水深における水温変化（2010～2011 年）を図 17 に示した（野原，未発表）．夏から徐々に水温が下がり，一旦 4 ℃で落ち着いた後，0 ℃に急激に下がり，0 ℃の水温が一定の期間続くパターンはどの池溏も同様である．0 ℃の期間は＃82 の 31.1 日から＃49 の 115.2 日と積雪に覆われている期間の幅が広い．年間の平均水温と水深には相関があり（図 18）最も深い＃43 の池溏の平均水温は 8.2℃で，近隣の浅く小さな池溏の＃49 の平均水温は 7.2℃で 10℃の差が認められた．

6．尾瀬の植物相

6.1　尾瀬地域の植物相

尾瀬地域の植物相について 1950～52 年における総合学術調査で，1929 年 7 月に原寛が 2 回の採集調査で得た標本に基づき，高等植物目録として 101 科 365 属 680 種と報告した（Hara・Mizushima, 1954）．菊池・須藤（1991）が 113 科 380 属 757 種 902 分類群を記録した．「尾瀬の植生と植物相」として鈴木・吉井・片野他らが，総合的に再検討し尾瀬産維管束高等植物目録を作成し，更に検討した結果，117 科 396 属 825 種 983 分類群が本目録に掲載された．（吉井ら，2008）

泥炭地残存植物は，泥炭湿原という環境の下に北方系植物が孤立して残っているという例は他所でも見られるが，まとまってこれだけの種類が生育しているところは他には見られない．特にナガバノモウセンゴケとヒロハオゼヌマスゲは本州唯一の産地である．ヤチヤナギは三

重県まで分布するが飛び地的分布を示し，オオバタチツボスミレは南限（長野県カヤノ平）に近い．他にヤチスギラン，オゼコウホネ，ヒメツルコケモモ，コツマトリソウ，ホロムイソウ，ホソバノシバナ，ホソバオゼヌマスゲなどの隔離分布が著しい．尾瀬ヶ原は山間に孤立した深雪の大規模泥炭湿原という特殊環境に保護されて，周囲から温帯性植物の侵入に脅かされることなく現在まで北方系植物が遺存して隔離した分布を示すに至ったと考えている（Hara・Mizushima, 1954））．また，湿原植物の78%が北海道と共通し，比較的距離が近い霧ヶ峰や日光戦場ヶ原よりも八幡平地域や八甲田山域等，北海道に近い方に共通種が多いという特徴を指摘している（吉井ら，2008）．

泥炭地残存種としてヤチスギラン，ヒメミズニラ，ミズドクサ，ヤチヤナギ，タカネスイバ，オゼコウホネ（日本固有），ナガバノモウセンゴケ，クロバナロウゲ，オオバタチツボスミレ，チシマウスバスミレ，ヒメシャクナゲ，ツルコケモモ，ヒメツルコケモモ，ヤナギトラノオ，ホソバノヨツバムグラ，コタヌキモ，ムラサキミミカキグサ，オゼミズギク（日本固有），ホロムイソウ，ホソバノシバナ，ギョウジャニンニク，ヒオウギアヤメ，ミクリゼキショウ，ホソバタマクリ，ミタケスゲ，トマリスゲ，ミネハリイ，ヤチランの24科28種が分布している（吉井ら，2008）．

6.2 尾瀬地域の外来種

国外外来植物（帰化植物）では，奥利根全域2.0%，楢俣川水系域2.1%に対して尾瀬では1.6%と低い割合だが，13種は他の地域と変わらない．栽培種の逸出で顕著なものにはオランダガラシがある．山の鼻，赤田代，猫又川，井戸沢，竜宮など，流路に沿って生えており，山小周司辺にはミツバ，ワスレナグサ，ヒナギクが野化している（菊地・須藤1991）．原（1980）は，オニユリ，クサキョウチクトウ，ヒレハリソウ，オオハンゴンソウ，シャスターデージーなどが小屋付近で栽植から逸出して自生種への影響を懸念した．それから約30年経つが，自然植生内への外来種の侵入は認められていない．むしろ人為裸地における代償植生の先駆植物としての有効性が指摘されている（須藤ら2000〜2007）．自然植生内に侵入した外来種は，コカナダモとオランダガラシであり，特に前者は尾瀬沼の沈水植物群集に大きな影響を及ぼしている（野原，2007）．後者の詳しい研究はないが，リュウキンカなどと生育立地が同様であるので植生影響が懸念される（吉井ら，2008）．

6.3 尾瀬沼の水生植物

尾瀬沼に侵入した外来種コカナダモ（*Elodea nuttallii*）は1960年代に日本に帰化している事が確認され（生嶋・蒲谷，1965），現在日本の各地に広がって（生嶋，1980；角野，1994），北海道にも確認されている（滝田・角野，1997）．日本の生育地でのアイソザイムによる解析から全てクローンと考えられている（Kadono *et al.*, 1997）が，衰退した湖も見られその原因についてまだ十分な解明はない．尾瀬沼には1981年分布拡大頃に侵入し（星，1982），その移入は魚類の放流に伴うものと推定されている（大森・生嶋，1988）．これまで尾瀬沼についてはコカナダモの侵入について（星，1982；氏家ら，1985），分布調査（栗田ら，1988；大森・生嶋，1988），生育条件などの検討がされてきている（矢島ら，1985；矢島，1987）．

野原らはコカナダモ進入が問題にされた後の1987年から調査を開始し（Hanazato and Nohara, 1992 ab），ほぼ毎年夏期の終わりに調査を行い報告している（野原1988；野原ら1989；野原1992；野原，1994；野原，1998；野原・矢部，2000；野原・矢部，2002；野原，2004；野原，2006；野原，2007）．1987年にはコカナダモのマットが岸に大量に打ち上げられたが，しばらくその現象は見られなかった．しかしまた再び特定の比較的浅い場所で水面にまで達することが見られるようになっている（野原，2004）．野原・矢部（2000）によれば，水深0.5 mから5.8 mまで（平均水深2.2 m）コカナダモが分布して，水深1.6 m辺りにはヒロハノエビモが点在して生育していた．コカナダモ，センニンモは1997年には最深の6 m，1999年には最深で7 mの地点から生育が確認された（図19，20）．2002，2003年にはコカナダモは5〜5.6 mの地点で生育していたが，センニンモも5.6 mで確認できた．最近では，水深4 m付近ではコカナダモがまばらになってきている．一方以前には（栗田ら，1973）存在したシャジクモ類は調査範囲の違いで1987年以来採集できていなかったが1996年にカタシャジクモの存在を再確認した．1999年にはヒメフラスコモを再確認し（野原・矢部，2000）在来種も部分的に少し戻る気配がある．2010年は全国的な猛暑であったが，尾瀬沼においても同様であった．理由は定かではないが，多くのコカナダモ群落地が2010年に崩壊して裸地化し，2011年にも裸地は継続している（野原，未発表）．

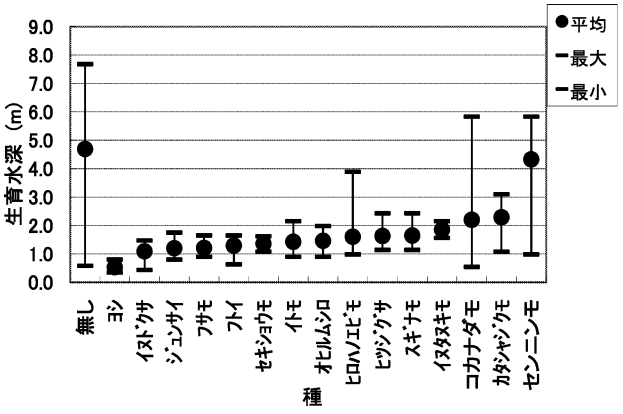

図19：尾瀬沼における水草の生育水深．（野原，2006）から引用，修正

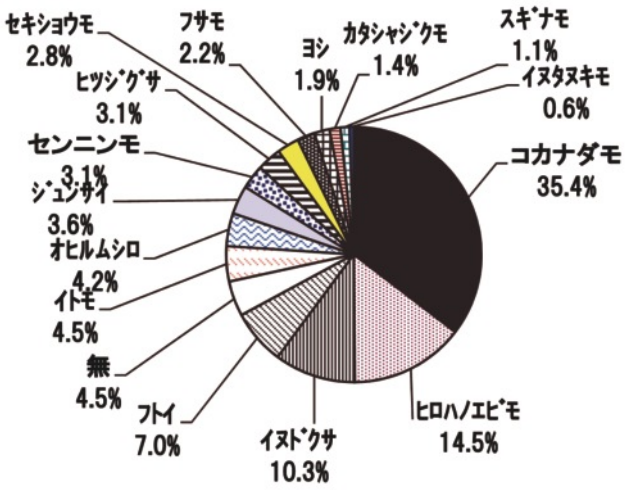

図 20：尾瀬沼における水草の出現頻度．（野原，2006）から引用，修正

7．尾瀬の動物相

尾瀬地域のほ乳類に関する文献から生息記録があるのは 6 目 12 科 32 種が確認されている（福島県 2008）．ヒメネズミやヤチネズミ，ホンドオコジョなどに代表される種が地域の特徴を示している．1995 年からホンドジカの生息が確認されその生息数が増加し，それによる食害や踏み荒らしによる植生の攪乱が生じている．

尾瀬地域の鳥類に関する文献から生息記録があるのは 15 目 37 科 118 種が確認されている（福島県 2008）．蜂谷（1990）によると鳥類の確認種数が減少しており，カッコウ，ツツドリ，クロツグミ，アカハラ，オオルリ，キビタキ，ムクドリが見られなくなっている．鳥類の集団分布は尾瀬沼においてマガモ，オシドリが見られ，中継地としてコハクチョウやサギ類も見られる．また，山小屋などを利用したイワツバメの集団繁殖が見られる．

尾瀬地域の両生・は虫類に関する文献から生息記録があるのは 3 目 5 科 8 種が確認されている（福島県 2008）．は虫類ではアオダイショウ，シマヘビ，ヤマカカシの生息が確認されている．両生類では，クロサンショウウオ，トウホクサンショウウオ，アカハライモリ，ハコネサンショウウオが確認されている．また，アズマヒキガエル，ヤマアカガエルやタゴガエル，ツチガエル，モリアオガエル，シューゲルアオガエルの生息情報がある．

尾瀬地域の魚類に関する文献から生息記録があるのは 2 目 4 科 8 種が確認されている（福島県 2008）．1920 年に尾瀬沼においてイワナの養殖を行い，ヒメマスを十和田湖から移入した記録がある．鏑木（1933）によるとイワナ，アメマス，ヒメマス，ワカサギ，ドジョウ，ウグイ，フナを記録しているが，斎藤（1993）によると 1916 年（アメマス，ヒメマス），1919 年以来（イワナ），1925 年（ワカサギ）に放流され，ドジョウも同様に放流されている．ニッコウイワナも大正時代から放流され天然との区別は困難である．

尾瀬地域の昆虫類に関する文献から生息記録があるのは 18 目 200 科 1173 種が確認されている（福島県 2008）．水域を代表とする種として，ルリイトトンボ，カラカネイトトンボ，オオトラフトンボ，カオジロトンボといった山岳地域に局所分布する種が多数報告されている．他に特徴的なキイロマツモムシ，メススジゲンゴロウなどの水生昆虫も確認されている．

謝辞

本報告（レビュー）をまとめるに当たり多くの文献を引用した．特に，福島県尾瀬保護調査会の「尾瀬の保護と復元」，群馬県尾瀬保護専門委員会の「尾瀬の自然保護」の研究報告書の成果に代表される長年地道な現地調査・研究を両県調査委員が尾瀬地域で行っており本文はそれに負うところが大きい．また，1950 年から 3 年間実施された文部省尾瀬ヶ原総合学術調査をはじめ，これまで計 3 回の総合学術調査が行われており，尾瀬の成り立ちや動植物の分布や生態等についての自然環境が明らかなされている．調査にあたり多くの研究者や地元の山小屋の方々，㈱東京電力，㈱尾瀬林業，尾瀬保護財団にお世話になった．個人名は上げないが，この場を借りて関係者にお礼を述べたい．

引用文献

福島県生活環境部（2007）自然環境の概要．尾瀬の保護と復元（特別号），1–9．

福島県（2008）尾瀬地域自然環境調査業務報告書．51 頁．

群馬県尾瀬保護専門委員会（2008）尾瀬の自然保護 ── 30 年間の取り組み ──（尾瀬国立公園誕生記念号）201 p．

蜂谷剛（1990）尾瀬の動物Ⅻ．「尾瀬の保護と復元（福島県特殊植物等保全事業調査報告書）」（福島県尾瀬保護調査会編）**19**，55–74．福島．

Hanazato, T. and S. Nohara (1992a) Population dynamics and diel changes in vertical distribution of the cladoceran *Holopedium gibberum* and *Bosmina longirostris*. Jpn. J. Limnol. **53**, 35–45.

Hanazato, T. and S. Nohara (1992b) Seasonal succession and vertical distribution of zooplankton in Lake Ozenuma. Jpn. J. Limnol. **53**, 55–63.

Hayashi, H. (2001) Disturbance of the lake ecosystem. In Saijo Y. and H. Hayashi edited “Lake Kizaki, Limnology and ecology of Japanese lake” pp.371–382.

Hara, H., Mizushima, M. (1954) List of Vascular Plants of the Ozegahara Moor and its Surrounding Districts. 尾瀬ヶ原．尾瀬ヶ原総合学術調査団研究報告；428–479．日本学術振興会

原寛（1980）高等植物フローラの変化と追報．尾瀬ヶ原及び周辺地域の総合的調査研究；43–45．文部省科学研究費成

果報告書
星一彰 (1982) 尾瀬沼にコカナダモ侵入. 水草研究会報. 7, 1
生嶋功・蒲谷肇 (1965) 琵琶湖に野生化したコカナダモ. 植物研究雑誌 **40**, 57-64.
生嶋功 (1980) コカナダモ, オオカナダモ ── 割り込みと割り込まれ.「日本の淡水生物 ── 侵略と撹乱の生態学 ──」. 56〜62. 東海大学出版会.
角野康郎 (1994)「日本水草図鑑」. 文一出版. 東京. 179 pp.
Kadono, Y.. T. Nakamura, T. Suzuki (1997) Genetic uniformity of two aquatic plants, *Egeria densa* Planch. and *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John, introduced in Japan. Jpn. J. Limnol. **58**, 197-203.
鏑木外岐雄 (1933) 尾瀬の動物相. 尾瀬天然記念物調査報告, 70-94. 文部省.
菊池慶四郎・須藤志成幸 (1991) 尾瀬産自生高等植物目録. 永遠の尾瀬. 89-131. 上毛新聞社
菊地慶四郎 (1999) 尾瀬の気候解析気温, 降水量, 積雪深について, 尾瀬の自然保護 ── 群馬県特殊植物等保全事業調査報告書 ── **22**, 8-24
菊地慶四郎 (2000) 尾瀬の気候解析II　風速・風向, 地中温度, 日射量について, 尾瀬の自然保護 ── 群馬県特殊植物等保全事業調査報告書 ──, **23**, 12-36
菊地慶四郎 (2001) 尾瀬の気候解析III ── 湿度・大気中の水分量について. 尾瀬の自然保護 ── 群馬県特殊植物等保全事業調査報告書 ── **24**, 25-34
菊地慶四郎 (2002) 尾瀬の気候. 上毛新聞社.
栗田秀男・峰村宏・大森威宏 (1988) 尾瀬沼におけるコカナダモ侵入後の大型水生植物群落. 尾瀬の自然保護 **11**, 33-57.
西村満・吉弘雅士 (2008) 尾瀬山ノ鼻地区の気象 30 年. 1977〜2006 年の気象観測結果による平年値と変動傾向の算出. 群馬県尾瀬保護専門委員会編. 尾瀬の自然保護 ── 30 年間の取り組み ──(尾瀬国立公園誕生記念号), 187-199.
野原精一 (1988) 尾瀬沼と湯の湖におけるコカナダモの生態 ── 沈水植物の分布変化の研究方法を中心に ──. 水草研究会報 **33・34**, 43-46.
野原精一・多田満・花里孝幸 (1989) コカナダモの駆除試験研究.「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **19**, 75-83. 福島.
野原精一 (1992) コカナダモの駆除試験研究II.「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **20**, 57-65. 福島.
野原精一 (1994) コカナダモの駆除試験研究III.「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **21**, 55-63. 福島.
野原精一 (1998) 尾瀬沼に始まったコカナダモの衰退現象について.「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **23**, 39-46. 福島.
野原精一・矢部徹 (2000) コカナダモ侵入後の尾瀬沼生態系の変化について.「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **24**, 23-30. 福島.
野原精一・矢部徹 (2002) 尾瀬沼生態系における水質・底質環境と水生植物の動態 (2000〜2001 年).「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **25**, 27-41. 福島.
野原精一 (2004) 尾瀬沼生態系における水質・底質環境と水生植物の動態 (2002〜2003 年)「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **26**, 31-41. 福島.
野原精一 (2006) 尾瀬沼生態系における水質・底質環境と水生植物の動態 (2004〜2005 年)「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **27**, 31-41. 福島.
野原精一 (2007) 尾瀬沼生態系の 20 年の変遷と外来種コカナダモの長期モニタリング「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), 特別号, 149-158. 福島.
野原精一 (2010) 尾瀬沼生態系の変遷 (2000〜2009) とコカナダモのモニタリング「尾瀬の保護と復元 (福島県特殊植物等保全事業調査報告書)」(福島県尾瀬保護調査会編), **29**, 17-27. 福島.
大森威宏・生嶋功 (1988) 尾瀬沼の非結氷期における水生植物の生育状況. 陸水学雑誌 **49**, 279-285.
斎藤晋 (1993) 尾瀬ヶ原の魚類相とギンブナ個体群. 尾瀬の自然保護 **16**, 1-4.
阪口豊 (1989) 尾瀬ヶ原の自然史. 229 p. 中央公論社.
阪口豊 (1983) 湿原とは何か. 北海道自然保護協会誌 **22**, 2-8.
阪口豊 (1985) 泥炭地の地学的諸問題. 地形 **6**, 333-350.
阪口豊・相馬秀慶 (1998) 尾瀬ヶ原の地学的諸問題. 尾瀬の総合研究. 尾瀬総合学術調査団 85-106.
滝田謙譲・角野康郎 (1997) 北海道にもコカナダモ侵入. 水草研究会報 **60**, 6.
氏家淳雄・栗田秀男・峰村宏・矢島久美子 (1985) 尾瀬沼における帰化植物〝コカナダモ〟の侵入について. 群馬県衛生公害研究所年報, **17**, 152-157.
矢島久美子・田中昭雄・原喜彦・氏家淳雄 (1985) コカナダモの生育条件に関する研究. 第 1 報　水温及び栄養条件. 群馬県衛生公害研究所年報, **17**, 158-164.
矢島久美子 (1987) コカナダモの生育条件に関する研究. 第 2 報　光合成速度に及ぼす照度, 水温の影響. 群馬県衛生公害研究所年報. **19**, 109-113.
吉井広始・片野光一・鈴木伸一・大森威宏 (2008) 尾瀬地域の植物相. 尾瀬の自然保護 ── 30 年間の取り組み ──(尾瀬国立公園誕生記念号) 147-174.