

総説3

北海道農業と 土壌肥料 1999

日本土壌肥料学会 1999年度北海道大会記念
日本土壌肥料学会北海道支部編

北農研究シリーズ XII
財団法人 北農会刊行

遷過程をたどっているといえよう(近藤 1997)。

富士田(1997)は前述した150ヵ所の現存湿原リストを湿原の標高(400m)により高地(山地)湿原と低地湿原に2大別し、湿原の現状と問題点について以下のように記している。

高地湿原ではその74%が高層湿原に、低地湿原ではその80%が低層湿原に帰属する。また、現存湿原の98.5%に相当す58,985haは低地湿原であり、残りの1.5%の923haが高地湿原である。すなわち、北海道の湿原の大部分は標高10m以下の低地に分布していると言える。高地湿原の約98%が国公有地に所属し、低地湿原は民有地や所属不明な土地が全体の72%である。また、湿原個数の面からみると、高地湿原はその93%が国や地方公共団体の所有であり、低地湿原の19%に比べると著しく国公有地が多い。さらに、高地湿原の7割以上が国立公園、天然記念物などの保護指定を受けているのに対して、低地湿原の39.3%は国公有地と民有地や所属不明地が混存し、保護指定のない湿原が35.5%を占める。このような両湿原の土地利用および所有形態状況から、とくに低地湿原は開発の危険性が極めて高く、反面、高地湿原は大分が国公有地で占めているものの、湿原周辺の国有林での伐採や林道の建設で常に破壊の危険性を秘めており、湿原の存続が危惧される。

以上のように湿原の土地利用や保護制度の指定状況を概観しただけでも北海道の湿原のおかれた厳しい現状が理解できる。今後は、貴重な現存湿原をこれ以上失わないように保護・保全するとともに、これまで植生変化や開発により失われてきた湿原の一部を可能な限り復元することが望まれる。そのためには、湿原の多面的な機能、資産・資源として地域に及ぼす重要性などを地域の自治体や住民・団体等に認識させた上で、湿原の保護・保全について説得できる客観的な科学的資料を提示することが重要である。この意味からも湿原と隣接農用地の持続的な共存関係が問われ、農業や環境科学にたざさわっている土壌肥科学会員の責務は重い。

<近藤練三>

引用文献

- Wheeler, B. D.ら(1995): Restoration of temperature wetlands. John Wiley & Sons Ltd, 562pp, England
 梅田安治・清水雅男(1985): 北大農学部邦文紀要, 14, 231~293
 粕淵辰昭ら(1994): 土肥誌, 65, 326~333
 神山和則ら(1994): 土肥誌, 65, 474~481
 近藤練三(1997): ベドロジスト, 41, 139~148
 富士田裕子(1997): 北海道の湿原の変遷と現状の解析—湿原の保護を進めるために—, 財団法人自然保護援助成基金, p.59~72, p.231~237, 札幌
 富士田裕子ら(1997): 北海道の湿原の変遷と現状の解析—湿原の保護を進めるために—, 財団法人自然保護援助成基金, p.3~14, 札幌
 北海道開発庁(1963): 北海道未開発泥炭地調査, 515pp., 札幌
 宮地直道・神山和則(1997): 北海道の湿原の変遷と現状の解析—湿原の保護を進めるために—, p.49~58, 財団法人自然保護援助成基金, 札幌
 宮地直道ら(1997): ベドロジスト, 41, 149~156
 矢部和夫(1993): 生態学からみた北海道(東・阿部・辻井編), 北海道大学図書刊行会, p.40~52, 札幌
 Parkyn, L.ら(1997): Conserving Peatlands. CAB International, 500pp., Wallingford, UK

V-2-2 泥炭地植物および泥炭土壌の有機物組成

(1) 有機物組成研究の現状

泥炭とは、泥炭地用語事典(1988)にも定義されているとおり、有機質土壌で植物残体を多く含む枯死した植物が完全には分解されずに堆積したものである。また泥炭特有の物理・化学的特性は、その構成植物の種類、形成・堆積時とそれ以降の水文状態、地形的要因、気候的要因などの影響を受けている。泥炭の主成分は有機物であるからその有機化学的組成もこれらの要因を密接に反映しているものと考えられる。近年自然のままの状態にある泥炭地は年ごとにその面積を減らし、またわずかに残された泥炭地においても周辺地域の農地開発に伴って、富栄養化された水や土砂の泥炭地内への流入、乾燥化に伴う泥炭そのものの分解、泥炭地内へのササや灌木類の侵入などが著しく進行している(粕淵ら1994)。しかし、これらの変化が泥炭の有機物組成に及ぼす影響についてはまだあまり明らかにされていない。

北海道の泥炭地に関する初期の研究は、その農

地化および泥炭そのものの資源としての利用を目的として行われた。その集大成としての「北海道未開発泥炭地調査報告」(1963)には Waksman の近似分析法による各種種類別泥炭土の有機化学的組成および弘法、大羽法による腐植組成の分析値が紹介され、泥炭の分解度との関連が述べられている。その後、近藤 (1981) は北海道各地の泥炭地からさらに広範な泥炭試料および泥炭構成植物試料を採取し、その分解度、腐植化度、有機態窒素組成、アミノ酸組成、中性糖組成、腐植組成、Waksman 法近似分析組成などに関する総合的研究を行った。また、Katase and Kondo (1984 a, b, 1989) はさらに北海道各地の泥炭土および泥炭土断面中におけるフェノール性化合物の含有率と組成に関する研究を行った。これらの研究に引き続き筒木・近藤 (1995, 1997 a, b, c, d) は、乾燥化および泥炭の分解傾向が認められる各地の泥炭地から試料を採取し、泥炭地植物の種類の違いや泥炭の生成環境を反映する有機成分としてリグニン由来のフェノール性成分、脂肪酸・ステロールなどの脂質成分、炭水化物成分などの分析を行った。本項では植物体および泥炭を構成する有機物のなかで量的にも多くその組成が植物の種類を反映する一方で微生物による分解を受けやすい多糖類の組成について述べる。なお、北海道の泥炭地植物および泥炭の糖組成については近藤 (1980) によって詳細な研究が行われたが、ここでは筒木・近藤 (1997 b, d) による最近の研究成果を記す。

(2) 泥炭地植物の糖組成

草本類および木本類のヘミセルロース型糖中ではキシロースの割合が一貫して最も高く 50~70% を占めた。イネ科草本のヘミセルロース型糖においてはグルコースとキシロースの占める割合が非常に高く、その他の構成糖の割合は低かった。スゲ類草本および木本類は

イネ科草本よりもグルコースの割合が低く、ガラクトースやアラビノースの割合が高かった。ミズゴケにおいては、さらにガラクトース、マンノース、ラムノース、フコースなどの占める割合が高かった。図 V-2-3 (左) はヘミセルロース型糖中のガラクトース+マンノースとフコース+ラムノースの割合の関係を各種泥炭地植物について比較したものである。ミズゴケはヘミセルロース型糖中のガラクトース、マンノース、ラムノース、フコースの比率が他の種類の植物と比較して著しく高かった。他方、イネ科草本はこれらの構成糖の割合が最も低かった。スゲ類草本、木本類、ヤマドリゼンマイなどの糖組成は、ミズゴケとイネ科草本との中間的な組成を示した。

セルロース型糖組成も同様に泥炭地植物の種類と対応した特徴を示した。泥炭地植物のセルロース型の糖はグルコースを主要な成分としていたが、草本類や木本類においてはキシロースを始めとするペントース類の割合も高かった。また、ミズゴケおよびヤマドリゼンマイにはマンノースが多く含まれていた。これらのペントースは本来ヘミセルロースの構成糖として分類されるが、ヘミセルロースの中にもセルロースと同程度に難分解性の部分があることを示した。図 V-2-3 (右) はセルロース型糖中のキシロースとマンノースの割合を各種泥炭地植物について比較したものである。

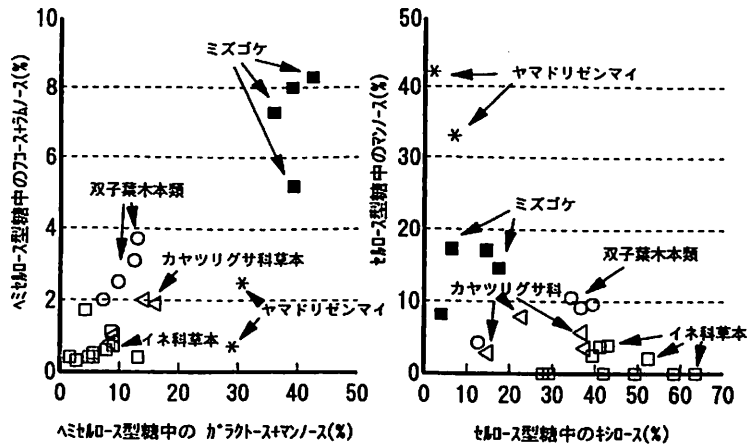


図 V-2-3 ヘミセルロース型およびセルロース型構成糖の相対割合による泥炭地植物の分類 (筒木・近藤 1997)

表 V-2-2 供試泥炭試料の特性 (筒木・近藤 1997 d)

層位名	深さ (cm)	試料名	構成植物 ¹⁾	泥炭の種類	pH ²⁾	炭素 (%)	C/N	腐植化度 ³⁾
生花苗泥炭 (広尾郡大樹町生花苗沼)								
Oa ₁	0-9	Oa1	Phr., Aln.	低位泥炭	4.03	20.2	14.6	132
Oa ₂	24-32	Oa2	Phr.	低位泥炭	3.90	29.7	20.1	188
Oa ₃	40-54	Oa3		低位泥炭	3.95	1.7	52.9	120
Oa ₄	54-65	Oa4	Phr.	低位泥炭	3.85	18.2	20.8	133
Oa ₅	65-75	Oa5		低位泥炭	3.91	2.0	19.1	161
Oa ₆	75-100+	Oa6	Phr.	低位泥炭	3.91	23.7	20.4	98
サロベツ高位泥炭 (天塩郡豊富町西豊富)								
Oe ₁	12-28	SH1	Sph., Car.	高位泥炭	3.02	58.2	33.0	18.4
Oe ₂	28-40	SH2	Car., Sph., Vac.	高位泥炭	3.00	60.0	31.7	12.0
Oi ₁	40-50	SH3	Sph., Car., Vac.	高位泥炭	3.00	56.6	49.7	10.1
Oi ₂	50-65	SH4	Car., Sph.	高位泥炭	3.00	60.9	38.5	9.5
Oe ₃	65-70	SH5	Car., Vac.	高位泥炭	3.26	57.8	37.5	7.9
Oa ₁	70-88	SH6	Phr., Aln.	低位泥炭	3.43	52.0	25.4	10.5
	88-105	SH7	Phr., Aln.	低位泥炭	3.45	62.6	21.6	8.4
Oa ₂	105-	SH8	Aln.	低位泥炭	3.70	50.5	21.7	16.5
サロベツ低位泥炭 (天塩郡豊富町ワッカサカナイ)								
Oa ₁	0-12	SL1	Phr.	低位泥炭	3.20	53.6	16.8	61.8
Oa ₂	12-32	SL2	Phr.	低位泥炭	3.20	62.2	22.0	55.0
Oa ₃	32-39	SL3	Phr.	低位泥炭	4.20	60.8	23.6	49.8
Oa ₄	39-49	SL4	Phr.	低位泥炭	3.79	61.6	22.4	49.3
Oa ₅	49-68	SL5U	Phr.	低位泥炭	3.77	64.8	28.7	28.0
	68-87	SL5L	Phr.	低位泥炭		50.1	19.3	43.4
Oe ₁	87-117+	SL6	Phr.	低位泥炭	4.01	62.1	23.3	37.7
美唄高位泥炭 (美唄市開発町)								
Oa ₁	0-10	B0	Sph., Car., Vac.	高位泥炭	3.20	35.2	25.7	61.8
Oe ₁	10-50	B13	Sph., Car., Vac.	高位泥炭	3.40	58.5	38.9	32.6
	(約5cm	B18				57.7	26.8	27.7
	刻み)	B23				61.3	31.6	16.2
		B28				61.4	28.5	15.3
		B33				65.8	29.2	13.1
		B38				66.1	27.1	11.9
		B43				66.4	32.1	13.1
Oe ₂	50-68	B48	Mol., Phr., Aln.	中間泥炭	3.70	64.0	20.2	16.0
		B53				65.5	21.0	17.6
		B58				64.9	19.0	23.0
		B63				63.0	21.0	24.3
Oe ₃	68-92	B68	Phr., Aln.	低位泥炭	3.70	58.6	26.5	19.2
		B73				47.6	17.1	31.1
		B78				36.2	19.1	33.6
		B83				45.3	20.2	51.3
		B88				51.4	20.8	39.4
Oe ₄	92-113	B92	Phr., Aln.	低位泥炭	3.80	57.4	21.6	31.9
		B98				56.4	20.8	25.3
		B103				57.7	16.3	22.5
		B108				59.7	19.7	24.1

- 1) 構成植物 Phr. ヨシ, Aln. ヤチハンノキ, Sph. ミズゴケ, Car. ホロムイソグ, Vac. ツルコケモモ, Mol. ヌマガヤ
- 2) pH 過剰の水分を絞り落した泥炭試料を約 2.5 cm³ はかりとり、4 mL の 0.015 M CaCl₂ を加えて攪拌し 1 時間後に pH を測定した。
- 3) 腐植化度 Kaila (1956) の方法により 0.025 M ピロリン酸ナトリウム抽出液の吸光度 (550 nm) を測定し、泥炭有機物あたりに換算した。測定法は Tsutsuki and Kondo (1995) を参照されたい。

ヤマドリゼンマイおよびミスゴケ中でマンノースは高い割合を示したが、イネ科草本では低い割合を示した。一方、キシロースの割合はイネ科草本で高く、ヤマドリゼンマイおよびミスゴケでは低い値を示した。以上のように、ヘミセルロース型糖組成もセルロース型糖組成も、泥炭地植物の種類に対応して顕著な特徴を示した。

(3) 泥炭の糖組成

それでは泥炭そのものの糖組成は泥炭地の生成過程や植生変化をどのように反映しているだろうか？ 北海道内4カ所の各種典型的泥炭断面から深さごとに採取した泥炭試料(表 V-2-2)を用いて検討を行った。

図 V-2-4 (左) に各種泥炭土のヘミセルロース型糖の含有率を示した。糖含有率は泥炭層の堆積様式や構成植物と対応して変動した。美唄泥炭土を例にとると、ヘミセルロース型糖含有率は最

上部のミスゴケ高位泥炭層で低く、スゲ類を主な構成植物とする高位泥炭層では著しく高く、中間泥炭層でやや低く、最下部の低位泥炭層ではさらに低かった。サロベツ低位泥炭土では最表層で糖含有率が高く、それ以下の層位では漸次低下する傾向を示したが、分解度の低い第5泥炭層で再び増大した。乾燥化の影響により泥炭の分解が著しい美唄泥炭土の表層や同じく分解の進んだ生花苗の泥炭土ではとくにキシロースの含有率が少ないことから植物遺体成分の分解が著しいことが示された。また、前述したようにミスゴケはマンノース、ラムノース、フコースなどの糖を多く含んでいたが、このような特徴は高位泥炭層の糖組成にも反映されていた。

セルロース型糖の含有率(図 V-2-4 右)はヘミセルロース型糖と比べて著しく低かったものの、泥炭層の種類と対応した変化を示すと同時に、同

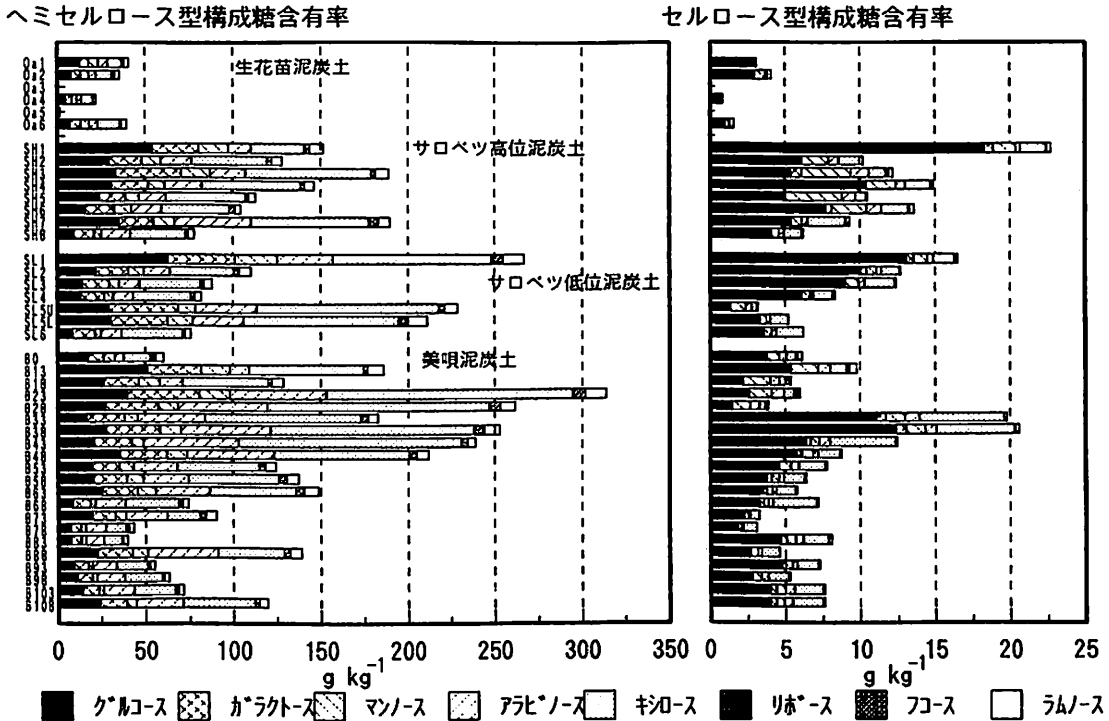


図 V-2-4 各種泥炭土の加水分解性糖含有率 (筒木・近藤 1997 d)
左端の試料名は表 V-2-2 を参照

種の層位の間では上の層位ほど高い傾向を示した。これは堆積年代の経過に伴ってセルロース型糖が分解を受けることを示している。セルロース型糖の主成分はグルコースであったが、マンノース、キシロースなどの糖も含まれていた。これらの糖はミズゴケや泥炭地の草本類に含まれる多糖類中の特に難分解性の部分に由来すると考えられ、高位泥炭層において多かった。

図 V-2-5 は、各種泥炭土壌および泥炭地植物のヘミセルロース型糖組成を同時にクラスター分析したものである。樹形図は泥炭のみからなるクラスターと、泥炭地植物および数点の泥炭試料からなるクラスターとに分かれた。泥炭地植物のクラスターはミズゴケおよびヤマドリゼンマイからなるクラスターと、草本および木本植物からなるクラスターに大きく分れた。他方泥炭土壌のクラスターはミズゴケおよびヤマドリゼンマイからなるクラスターの方に距離が近く、草本および木本のクラスターからは距離が離れていた。このことはほとんどの種類の泥炭土の形成においてミズゴ

ケの貢献が大きかったことを示している。

また、泥炭土の幾つかは泥炭地植物のクラスターの中に入り込み、泥炭地植物と非常に良く似た糖組成を示した。例えば、生花苗泥炭土およびサロベツ高位泥炭土の最表層の糖組成はミズゴケと非常に類似していた。生花苗は現在の植生から低位泥炭と分類したが、近くにミズゴケの群落も存在したことから、泥炭の形成時にはミズゴケの影響が大きかったことが推察された。また、美咲泥炭土の高位泥炭層のうち草本植物の残渣に富んだ層位は、ワタスゲの糖組成と高い類似性を示した。

このように保存状態の良い泥炭層においては泥炭の糖組成と泥炭地植物の糖組成の間には高い類似性が認められたが、乾燥や富栄養化によって分解の進んだ泥炭層では特に植物由来の糖の分解が認められた。糖組成以外にもリグニンを構成するフェノール性化合物の組成や腐植組成には泥炭地をめぐる植生変化、環境変化、火山灰や土砂の流入や堆積などの影響が記録されている (Tsutsuki ら 1993)。したがって、泥炭地の環境変遷やこれ

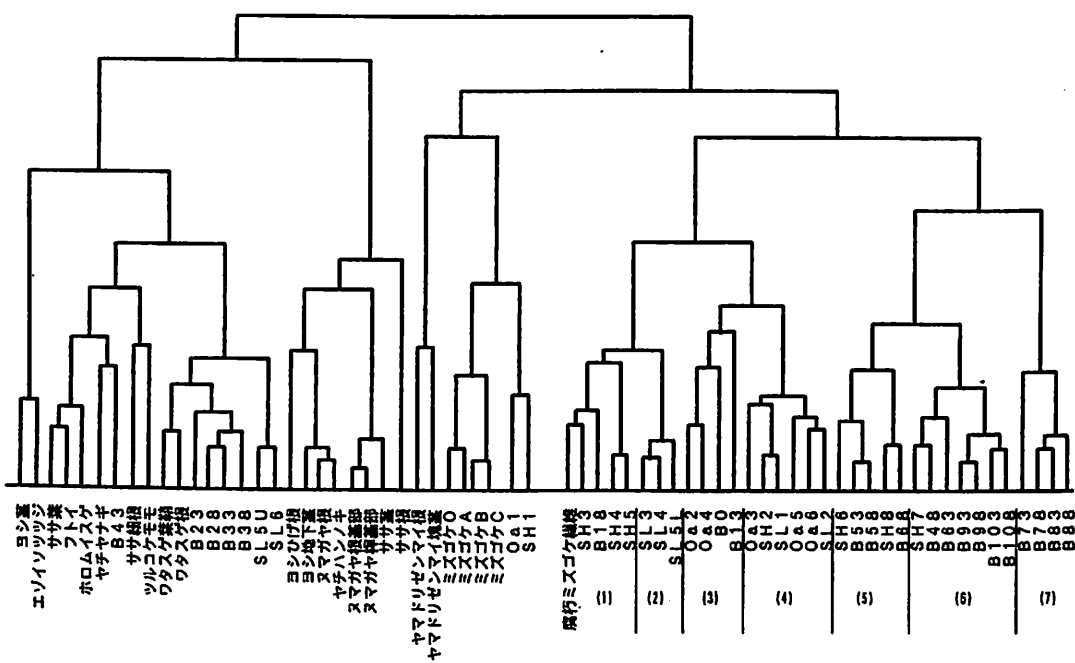


図 V-2-5 ヘミセルロース型糖組成による泥炭および泥炭地植物のクラスター分析 (筒木・近藤 1997 d)

に対する人為的影響を解明する上で泥炭の有機物組成は有力な指標となる。さらに泥炭の農業資材や工業原料としての利用や泥炭地からのメタンガスの発生機構の解明、泥炭地から流出する溶存有機物の特性の解明などのためにも泥炭の有機物組成に関する情報が求められている。

<筒木 潔>

引用文献

- 北海道泥炭地研究会 (1988) : 泥炭地用語事典、エコ・ネットワーク, pp.71
 粕岡辰昭 (1994) : 土肥誌, 65, 326~333
 Katase, T. and Kondo, R. (1984 a) : Soil Sci., 138, 220~225
 Katase, T. and Kondo, R. (1984 b) : Soil Sci., 138, 279~284

- Katase, T. and Kondo, R. (1989) : Soil Sci., 148, 258~264
 近藤鍊三 (1980) : 土肥誌, 51, 143~149
 近藤鍊三 (1981) : 泥炭土の有機物に関する化学的研究。北海道開発局農業水産部農業調査課, pp.176
 Tsutsuki, K. et al (1993) : Soil Sci. Plant Nutr., 39, 463~474
 Tsutsuki, K. and Kondo, R. (1995) : Soil Sci. Plant Nutr., 41, 515~528
 筒木 潔・近藤鍊三 (1997 a) : 土肥誌, 68, 37~44
 筒木 潔・近藤鍊三 (1997 b) : 土肥誌, 68, 45~51
 Tsutsuki, K. and Kondo, R. (1997c) : Soil Sci. Plant Nutr., 43, 285~294
 筒木 潔・近藤鍊三 (1997 d) : 土肥誌, 68, 387~394
 北海道開発庁 (1963) : 北海道未開発泥炭地調査報告。北海道開発庁, pp.315

V-3 湿原・泥炭地の開発と保全

釧路湿原の調査研究について

北海道には釧路・サロベツなどに代表される広大な湿原が残されており、それらは特異な景観を呈し、貴重な動・植物種の宝庫とされている。しかし、従来より湿原は荒地・原野などとして位置付けられ、食料増産のための農用地として開発が進められてきた。たとえば石狩泥炭地は美唄にその原植生をわずかに残し、そのほとんどが開発された。その結果、上記の二湿原が残るのみとなった。一方、地球温暖化ガスの発生など、湿原の持つ地球環境への影響や機能が明らかになるにつれて、湿原生態系保全への関心が世界的に高まってきた。このように世界的に湿原が再評価されるなかで、我が国でも最大の釧路湿原が注目され、環境庁はその保全について大規模な調査研究を行った。本節では、この成果を中心に北海道における湿原研究の現状を紹介する。

湿原生態系と周辺環境との関係については、湿原に集積された膨大な有機物(泥炭)が周辺の川・湖・海などの水圏に及ぼす影響および地下水位の変動と特異な湿原植生である高層湿原植生との関係を明らかにした。また、地下水位の人為的な高位安定化により高層湿原が復元した事例を紹介する。

開発と湿原との関係を釧路湿原を例として、周辺の開発と植生の変化および周辺農用地から無機養分の水系への流出状況を調査した。また、この周辺農用地から窒素の湿原深部への広範囲な流入については、安定同位体の自然存在比に基づいて解析した。さらに、湿原植生の変化に最も大きな影響を与えると考えられる土砂流入の防止対策を提案した。

開発された湿原・泥炭地については、石狩泥炭地を例とし、その歴史的経緯、投入技術などを、また、農用地として開発された泥炭地の持続的な利用の可能性を農地開発の時期、最近の土地利用、客土の厚さなどから評価する手法を紹介する。

<早川嘉彦>

V-3-1 湿原が周辺水圏(川・湖・海)に及ぼす影響

北海道の主な湿原は、未分解な植物遺体が堆積して形成された泥炭を伴うことが多く、その場合には泥炭地と称される(坂口 1974)。泥炭に含まれる水(泥炭地水)および泥炭地を流れる河川水は一般に褐色を呈し、有機酸類を主とする溶存炭素濃度が極めて高く、水中のフミン酸(腐植物質)