

旭川市博物科学館 研究報告 第4号

市立旭川郷土博物館研究報告継続 通巻 38 号
旭川市博物館研究報告継続 通巻 18 号
旭川市科学館研究報告継続 通巻 7 号

2011 年度

■ロシア連邦プリモリーエ地方から産出する Mafic Obsidian について

向井正幸 …………… 1

■旭川市旭山公園とその周辺の植物

成田一芳・塩田 惇 …………… 9

■科学館の標本を活用した授業—「砂から環境を読む」

河村 勁・熊谷拓也・添田隆子・横堀初美 ……………27

■石狩川上流におけるサケ *Oncorhynchus keta* の自然産卵

有賀 誠・山田直佳・中田悌二・伊藤洋満・宮下和士 ……………35

ロシア連邦プリモールエ地方から産出する Mafic Obsidian について

向井正幸*

Key Words : ロシア連邦プリモールエ地方, Basaltic obsidian, 玄武岩台地, Amuro-Ussury 上昇システム, 苦鉄質黒曜石, Black obsidian, Dark-Blue obsidian, Grey obsidian, 過冷却

1 はじめに

ロシア連邦プリモールエ地方では“Basaltic obsidian”が遺跡から出土する他、河床礫として採取できることが知られており、これらの分布や産状について詳細に報告されている (Doelman et al. 2008)。しかし、筆者はこれまで日本国内約 80 カ所以上にわたる黒曜石の原産地を踏査し、様々なタイプの黒曜石を採取してきており、“Basaltic obsidian”そのものが存在すること自体にわかには信じがたく、現地において実物を観察するまで半信半疑であった。また地学事典においても黒曜石（岩）とは「……流紋岩～デイサイト質のガラス質火山岩」と記載されており、“Basaltic obsidian”のような黒曜石の存在自体が日本国内では全く知られていないことを示唆している。

今回、2010 年 11 月にロシア科学アカデミー極東支部の Dr. V. Popov 他のご案内でプリモールエ地方（図 1）における“Basaltic obsidian”の原産地を調査する機会に恵まれたので、その現地における黒曜石の産状や黒曜石のタイプを報告する他、黒曜石の形成についても若干の知見を交えながら報告する。

2 地質概説

ロシア連邦プリモールエ地方、特にウラジヴォストーク (Vladivostok) の北方には玄武岩台地が広がる。この玄武岩台地は、新第三紀に相当する約 14 ～ 7 Ma にソレイト系列、カルクアルカリ系列、アルカリ系列の玄武岩及び安山岩マグマが活動した Amuro-Ussury 上昇システムの一部として形成された。その後、Razdolnaya River, Ilistaya River, Partizanskaya River, Arsenievka River の浸食により東に Shkotovo Plateau, 西に Shufan Plateau に分断された。双方は最短部分で約 65km 離れている。Shkotovo Plateau は、約 4,536 km²の地域を覆い、単一の溶岩でプリモールエ地方の中央部から沿岸の Orbervisti まで広がる。プリモールエ地方の中心部では、その最も高いピークが標高約 900m に達する。それに対し、Shufan Plateau は Razdolnaya River の西側に位置する。南北約 46km 及び約東西 67km の広がりがあり、3,082 km²の面積を有する。最も高いピークは、ロシア連邦と中華人民共和国との境界にあり、それは標高約 600m の高さがある。河川の多くは、それら 2 つの玄武岩台地から流れ出し、この台地の中から産出する“Basaltic obsidian”の礫も河川によってしばしば長い距離

*旭川市博物科学館

を移動する (Doelman et al. 2008)。

3 黒曜石の産地と産状

現地では 4 日間にわたって調査を実施した。初日 (11/1) は、Vladivostok から車で調査地である Shkotovo Plateau の玄武岩が分布する沿岸部の Orbervisti まで移動した。ここでは海食によって露出した高さ約 20m 前後の玄武岩質のシート状溶岩や枕状溶岩の断面を海食崖全面で観察する事ができた。そして、それら外皮の部分、すなわち急冷層にあたる部分に厚さ最大で 10cm 程度の黒色ガラス質の“Basaltic obsidian”を多数確認することができた。枕状溶岩などには冷却時に火山ガスが抜けた孔が多数観察されることから、流出場所は水圧がさほど高い場所ではなかったことが推定される。これらの“Basaltic obsidian”には先史時代の人々が採取していたと考えられる衝撃傷跡があったが、露頭からはハンマーを使っても取り出しづらく、かつ斑晶が多い低品質の obsidian であることが特徴的であった (Photo. 1 ~ Photo. 4)。

2 日目 (11/2) は、Ussuriisk から車で調査地である Shufan Plateau の同じく玄武岩が分布する Chernatino まで移動した。そこでは、枕状溶岩とハイアロクラスタイトからなる断崖において産状を観察できた。枕状溶岩の外縁部に約数 cm の厚みを持った“Basaltic obsidian”の他に、複数の薄い層に“Basaltic obsidian”の層が存在していることを確認することができた。これらは Razdolnaya River によって浸食された急勾配の断崖絶壁の中だけに存在し、露頭からも取り出しづらく、かつ Orbervisti の“Basaltic obsidian”同様に斑晶が比較的多い低品質のものであった (Photo. 5 ~ Photo. 8)。

以上のように枕状溶岩の周縁部に形成される火山ガラスは、一般的には噴火口から流出した溶岩流が水と直接接触し急速に冷却する時に形成されるものであり、その厚さもごく薄いものであることが一般的である。今回 2 日間で観察してきた“Basaltic obsidian”は、そのような枕状溶岩の周縁部に普遍的に形成される火山ガラスの一部が厚くなったものという印象を受けた他、ガラス質の度合いも低いため石器の石材としてあまり適していなかったのではないかと推定される。

3 日目 (11/3) 及び 4 日目 (11/4) は、同様に Ussuriisk から車で調査地である Shkotovo Plateau を流れる Ilistaya river 流域を調査した。この流域では、握り拳大程度のガラス質で貝殻状断口を有する“Basaltic obsidian”の礫を容易に採取可能であった。また厚さ数十 m 以上に及ぶ枕状溶岩や玄武岩質のシート状溶岩の大露頭においても、10cm 前後の厚みのある平板状の形をした“Basaltic obsidian”を確認できたほか、これまでの一般的な常識を全くくつがえすような、径 50cm 前後の枕状溶岩で外縁部のみならず中心のコアの部分までもが“Basaltic obsidian”であるものも確認することができた (Photo. 9 ~ Photo. 24)。これらは、日本国内では化学組成や形成過程、すべてにおいて知られていないタイプの黒曜石であり非常な驚きと興味を持つことができた。このようにガラス質であり且つ貝殻状断口にもなるため石器の石材としては、一般的に知られている流紋岩質の黒曜石と同等であり、具体的には国内では

最大級の良質な黒曜石の原産地である遠軽町白滝、朝鮮半島とかつて交流の深かった佐賀県腰岳の黒曜石、そして更には朝鮮民主主義人民共和国（北朝鮮）とロシア連邦の国境に位置する白頭山から産出される黒曜石に引けを取らないものであり、この Ilistaya river 流域の“Basaltic obsidian”が、プリモリーエ地方においてどの程度の割合いで石器に使用され、交易の広がりがあったのかが大変興味深いものである。

4 黒曜石のタイプ

現地を案内していただいた Dr. V. Popov によると玄武岩質マグマから生成される“Basaltic obsidian”には大きく分けて2つのタイプがあり、ひとつは“Wet type”であり、もう一つは“Dry type”ということである。前者は主に水中で枕状溶岩の外縁部の急冷層に形成されるものであり、後者は溶岩が陸上をそのまま流動する時に急冷して形成されるものであるという。実際、“Wet type”は、今回の調査で枕状溶岩の外縁部によく見掛けるものであり、やや異常な厚さではあるが急冷して形成されるものとして理解できる。“Dry type”について言えば、観察した回数は少ないがシート状の溶岩が流動する時の接触部、すなわちシートの上部和下部の部分に形成され、それは平板状で厚みのある「板かまぼこ」のような形状をした obsidian であり、やはり何らかの理由により急冷して形成されるものとして理解できる。

また更に、それらは見た目の色調の違いから黒色のもの、暗青色のもの、灰色のものに分けられ、それぞれ“Black obsidian”，“Dark-Blue obsidian”，“Grey obsidian”の3種類に分けられる。現地でも様々な色調のタイプのものが見られたが、特に“Black obsidian”と“Grey obsidian”のタイプがよく見られた。

5 黒曜石の形成について

今回のような“Basaltic obsidian”は日本国内では全く存在しないため、その形成過程はある程度想像の域を出ない。しかし、①obsidianには一部のものにカンラン石の微斑晶と斜長石のマイクロライトが含まれる以外、ほとんどガラス質であること、②“Wet type”と“Dry type”が存在すること、③マグマ本体が苦鉄質であり日本国内で言う一般的な黒曜石を形成するマグマよりも高温且つ粘性度が小さいこと、以上のことを考慮すると、強力な冷却システムが働いたと想像される。それは、水中においては氷（氷水）及び流れの強い海流が関与し、陸上においては雪氷及び強風などが関与するなど、熱が急激且つ効率良くマグマから奪われ過冷却の状態となりガラス化していったと想像される。その温度は約 500℃と見積もられている（和田ほか 2010）。

6 黒曜石の化学組成

今回、日本国内へ持ち込まれた“Basaltic obsidian”の破片が付表1のとおり分析された（和田ほか 2010）。それによると SiO₂ 値は 56.81 ~ 59.20Wt. % の値である。日本国内において一般的に玄武岩の SiO₂ 値は、45 ~ 52Wt. %、安山岩の SiO₂ 値は、53 ~ 63Wt. % とされ、この定義に従えば分析された“Basaltic obsidian”の値は安山岩

組成を示す。このため，“Basaltic obsidian”と呼ぶのには日本国内ではあまり適切とは言えないため，この地域の黒曜石は，(和田ほか 2010) に従い“苦鉄質黒曜石”，すなわち“Mafic Obsidian”と呼称する。

引用文献

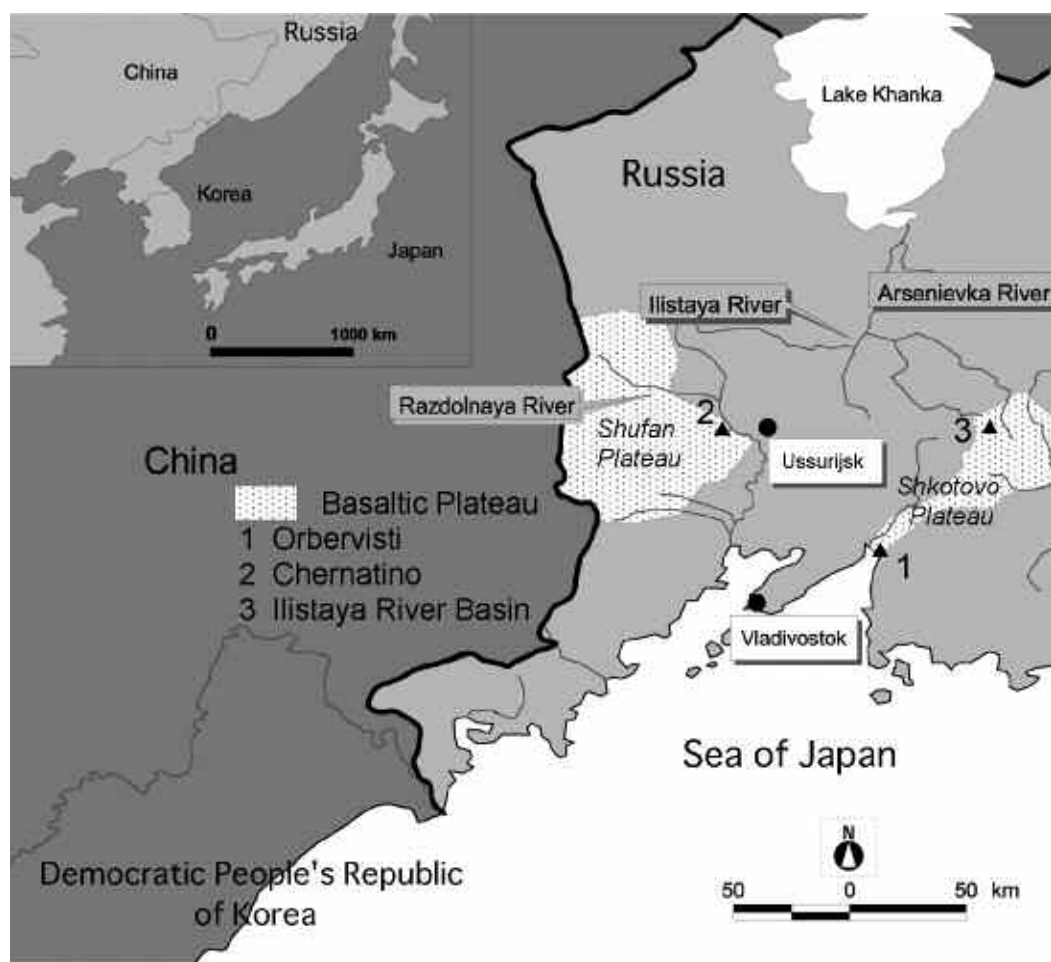
Trudy Doelman, Robin Torrence, Vladimir Popov, Mihail Ionescu, Nickolay Kluyev, Igor Sleptsov, Irina Pantyukhina, Peter White, and Mark Clements (2008) Source Selectivity: An Assessment of Volcanic Glass Sources in the Southern Primorye Region, Far East Russia. *Geoarchaeology: An International Journal*, Vol. 23, No. 2, 243-273.

和田恵治, V. Popov, 向井正幸, 出穂雅実, A. Popov, 佐野恭平 (2011) 苦鉄質黒曜石の産状と岩石微細組織：ロシア極東プリモリーエ地域の玄武岩台地における火山活動の特質. Occurrence and microtexture of the mafic obsidian from the late Miocene basaltic plateau in the Primorye region, Russia.

謝辞

ロシア科学アカデミー極東支部の Dr. Vladimir Popov, ロシア国立極東大学 Dr. Aleksandr Popov, には極東ロシアのプリモリーエ地方における原産地を案内していただいた。北海道教育大学の和田恵治教授，首都大学東京の出穂雅実准教授には現地で大変お世話になった。また東京大学の佐藤宏之教授には，今回の極東ロシアにおける現地調査の機会を与えてくださった。以上の方々に心から深く感謝致します。

なお，本研究には，平成 22 年度科学研究費補助金基盤 A「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会形成と変容」の一部を使用した他，「平成 23 年度北海道博物館協会学芸職員部会調査研究助成」を使用した。



(Doelman et al.2008) を一部改編

図1 ロシア連邦プリモリーエ地方における調査地

付表1 ロシア連邦プリモリーエ地方から産出するにおける Mafic Obsidian の化学分析値

地域・地方名	Far East Russia		Far East Russia		Far East Russia		Far East Russia		Far East Russia		Far East Russia		Far East Russia	
地区名	Ilistaya		Ilistaya		Ilistaya		Ilistaya		Ilistaya		Ilistaya		Ilistaya	
試料名	Black		Black		Dark Blue		Grey		Pillow-core		Pillow-rim		Pillow-matrix	
試料番号	20101104-1		20101104-2		20101104-3		20101104-4		20101104-5		20101104-6		20101104-7	
CaO/Al ₂ O ₃	0.51		0.49		0.49		0.48		0.48		0.48		0.48	
TiO ₂ /K ₂ O	2.37		2.84		3.49		3.50		3.14		3.19		3.29	
FeO/MgO	1.52		1.34		1.34		1.34		1.49		1.57		1.53	
Na ₂ O + K ₂ O	3.88		3.87		3.65		3.41		3.65		3.88		3.80	
SiO ₂	56.81	0.23	58.32	0.36	58.79	0.27	59.20	0.29	58.07	0.44	57.89	0.36	57.94	0.32
TiO ₂	1.44	0.06	1.35	0.06	1.36	0.06	1.39	0.05	1.33	0.07	1.31	0.05	1.33	0.06
Al ₂ O ₃	14.97	0.15	15.36	0.15	15.30	0.09	15.34	0.08	15.29	0.14	15.19	0.14	15.21	0.16
FeO	9.15	0.25	7.66	0.18	7.62	0.20	7.55	0.19	8.52	0.44	8.75	0.23	8.61	0.22
MnO	0.13	0.08	0.14	0.07	0.15	0.08	0.16	0.08	0.12	0.07	0.14	0.07	0.15	0.09
MgO	6.02	0.13	5.72	0.19	5.67	0.21	5.62	0.16	5.70	0.19	5.59	0.21	5.65	0.21
CaO	7.58	0.29	7.57	0.14	7.45	0.14	7.31	0.17	7.31	0.26	7.24	0.32	7.29	0.31
Na ₂ O	3.27	0.13	3.39	0.23	3.26	0.13	3.01	0.16	3.23	0.28	3.47	0.14	3.40	0.14
K ₂ O	0.61	0.04	0.48	0.03	0.39	0.04	0.40	0.04	0.42	0.04	0.41	0.03	0.41	0.03
Cl	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	
(Raw data)	99.67		97.44		98.32		98.40		98.63		98.74		99.06	

(和田ほか 2010) を一部改編



Photo.1 Shkotovo Plateau 沿岸部の Orbervisti の海食崖露頭

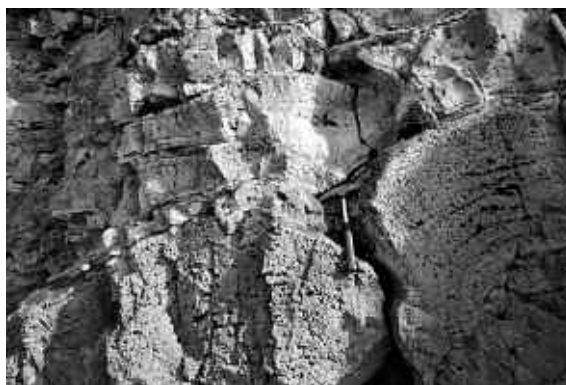


Photo.2 玄武岩質のシート状溶岩や Pillow lavas の断面

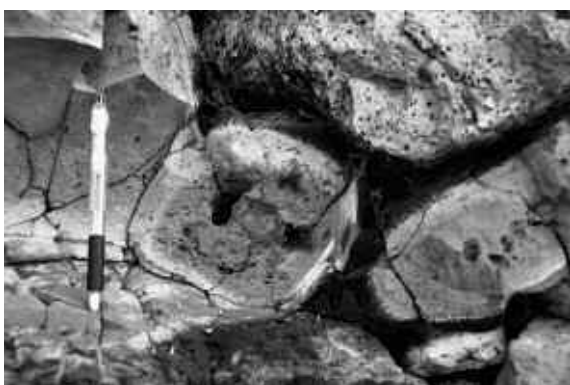


Photo.3 Pillow lavas の周縁部にある “mafic obsidian”



Photo.4 厚みはあるが斑晶が多く低品質な “mafic obsidian”



Photo.5 Shufan Plateau の Chernatino の露頭の遠望



Photo.6 Pillow lavas と hyaloclastite からなる断崖



Photo.7 Pillow lava の周縁部には “mafic obsidian”



Photo.8 “mafic obsidian” の層が複数できている



Photo.9 Ilistaya river で採取した “mafic obsidian”



Photo.10 Pillow lavas からなるアムールトラのかつての巣穴



Photo.11 Pillow lavas の断面と “mafic obsidian” (画像中央部)



Photo.12 写真11の拡大. Pillow lava のリムに “mafic obsidian”



Photo.13 “Dry Type” の “mafic obsidian”. 厚い板のような形の Sample



Photo.14 “Grey Obsidian”. ガラス質で良質である



Photo.15 厚さ数十mもある Pillow lavas の巨大な断面が見られる



Photo.16 Pillow lava の断面. 周縁部は “mafic obsidian” である



Photo.17 “mafic obsidian” の転石. Ilistaya river で採取可能



Photo.18 “Grey Obsidian”. ガラス質で貝殻状断口が見られる



Photo.19 “Black Obsidian”. 厚みがありガラス質で良質の塊



Photo.20 冷却（歪み）の度合いが大きいためか貝殻状断口が顕著



Photo.21 “mafic obsidian” にも球顆が存在する



Photo.22 Pillow lavas が積み重なって露出している崖



Photo.23 Pillow lava の断面が見られる



Photo.24 Photo.23 の断面の中心部分も “mafic obsidian” である

旭川市旭山公園とその周辺の植物

成田一芳^{*1}・塩田 惇^{*2}

はじめに

旭山公園は1963年に告示され、嵐山公園とともに旭川市の特殊（風致）公園として、隣接する旭山動物園の環境保全の立場からも極めて重要なポジションにある。また、古くからエゾヤマザクラの名所としても有名である。

旭山の植物調査に関する報告には、稲垣・松永が発表した「北海道地方旭山の植物誌」（1963年）や旭川市がまとめた「自然保護調査報告書」—旭山周辺地域—（1986年）がある。いずれも旭山全体を対象とした内容である。今回は旭川市民によく利用されている公園とその周辺の植物調査を実施したので、その結果を報告する。

1 旭山公園とその周辺の概要

旭山公園は、旭川市中心部から東方に約10km、東旭川町倉沼地区の丘陵地帯に位置している。ふもとの標高は約220m、丘陵の中ほどには標高295.5mの旭山があり、旭山から西方に位置している標高255.5mのテレビ中継所のある山頂に向け延びている尾根がある。尾根の両側には斜面が広がり数本の沢があるが、大きなものはテレビ中継所のある山頂近くから北に向けて流れる沢と尾根の中間から南に流れる沢の2本である。いずれもV字型の狭い沢で水量は少ない。テレビ中継所のある山頂から西側は急斜面が続いているが斜面上の変化は乏しく単調である。

旭山周辺の地質は、輝緑凝灰岩を基盤とし、その上に安山岩が堆積したあと隆起して現在の形になったと考えられている。

公園の区域は、旭山の北部～西部斜面に広がり面積は59.98ha、スキー場跡地を除く大部分は広葉樹の天然林で構成されているが一部は小面積の針葉樹の人工林である。約16haのスキー場跡地には2010年秋にサクラ類が植えられた。公園の東部と南部は市有林と隣接している。公園内には新四国八十八ヶ所の霊場がある。公園内の車道は、テレビ中継所までの簡易舗装道路と、旧射撃場に通じる道路がある。遊歩道は八十八ヶ所の霊場巡りを中心に整備されている。

丘陵地周辺は平坦で水田・畑地などの農耕地が多い。また、旭山動物園や個人所有の庭園などとも隣接している。

2 調査の方法

調査は2010年、2011年の2カ年にわたって実施した。2010年は植物の季節変動にあわせて5月6日、6月21日、8月23日、10月7日、10月18日の5回、2011年は前年の調査時期と重ならないよう5月27日、7月29日、9月28日の3回実施した。調査は「旭川みどり21の会」の会員が行い、延95名が参加した。

^{*1}旭川みどり21の会 ^{*2}旭川帰化植物研究会

調査したコースを図1に示した。

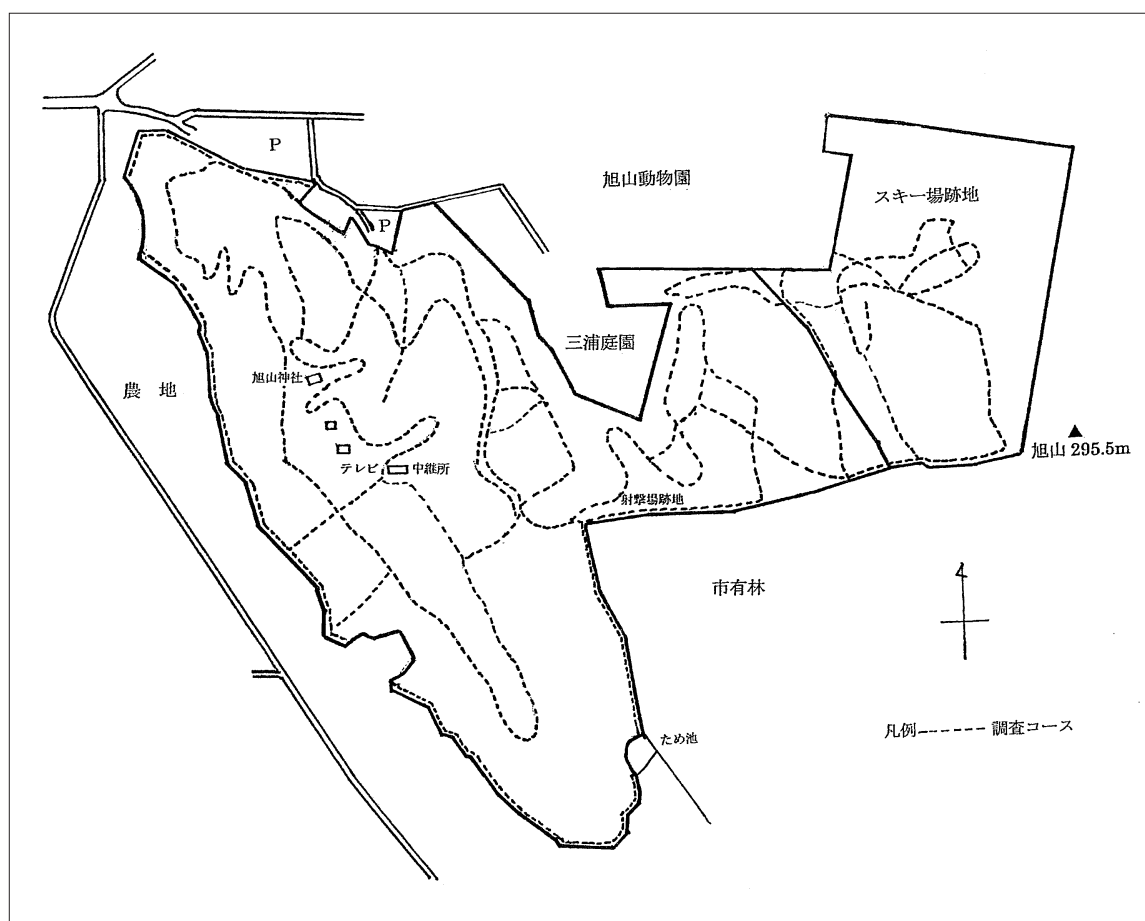


図1 旭山公園とその周辺の植物調査コース見取図

調査は参加者を2班の集団に分けて調査コースを中心に周辺を踏査し、観察した植物（植栽種も含む）の種類等について記録した。ただし、八十八ヶ所の霊場の石像周辺で明らかに人為的に持ち込まれたと思われるスイセン、チューリップなどは対象外とした。

調査の結果は、「旭山公園の植物目録」としてまとめたほか、植物数、植生の概要、シダ植物、特定種、帰化植物について記述し、既往の報告との比較を行った。

3 調査の結果及び考察

3-1 植物数

調査の結果、98科438種を確認した。その内容を表1「植物の数」にまとめた。

表 1 植物の数

分 類			総 数		草 本		木 本	
			科	種	科	種	科	種
シ ダ 植 物			11	35	11	35		
裸 子 植 物			4	13			4	13
被子植物	双子葉植物	離弁花類	54	208	28	114	31	94
		合弁花類	20	100	15	87	5	13
	単 子 葉 植 物		9	82	9	82		
計			98	438	63	318	40	120

注：総数の科数は草本と木本が重複しているものが5科あり一致しない

この結果、分類別植物数について旭川市の報告書（1956 年）の公園内の数値を比較すると表 2 のとおりである。

表 2 分類別植物数の比較

	シダ植物	裸子植物	離弁花類	合弁花類	単子葉植物	計
A 1986年報告（公園内）	25	7	157	80	55	324
B 今回の調査	35	13	208	100	82	438
増 加 数（A－B）	10	6	51	20	27	114
増 加 率（％）	40	86	32	25	49	35

調査区域が必ずしも一致していないので若干の違いはあると思われるが、全体では 114 種 35％の増となり、中でも離弁花類が 51 種増加し全体の約半数を占めている。一部植栽により増加したものもあるが予想以上に増加していることが分かった。

3－2 植生の概要

公園全体の植生は、スキー場跡地と道路・建物敷を除くほとんどが広葉樹林で構成され、ごく一部に針葉樹の人工林がある。林床植生はクマイザサが優占し密度は普通で疎のところも多い。木本の 40 科 120 種のうち、林冠を形成している高木（植栽種を除く）にはケヤマハンノキ、シラカンバ、アサダ、ミズナラ、ハルニレ、オヒョウ、ホオノキ、キタコブシ、カツラ、イタヤカエデ、シナノキ、オオバボダイジュ、ハリギリ、ヤチダモなどの中大径木が占めている。中・下層木にはこれらの小径木のほか、サワシバ、ヤマグワ、アズキナシ、ナナカマド、イヌエンジュ、ハウチワカエデ、ミズキなどが多い。低木にイヌコリヤナギ、エゾノカワヤナギ、ノリウツギ、フサスグリ、ヤマハマナス、ノイバラ、ウラジロエゾイチゴ、エゾイチゴ、ナワシロイチゴ、ヤマハギ、エゾユズリハ、ツルシキミ、ヌルデ、ヤマウルシ、ハイイヌツゲ、コマユミ、ツリバナ、マユミ、ミツバウツギ、フッキソウ、ナニワズ、ナツグミ、ウリノキ、ケヤマウコギ、タラノキ、アクシバ、オオバスノキ、ミヤマイボタ、キンギンボク、

エゾニワトコ、オオカメノキ、カンボク、ミヤマガマズミがある。その多くは道路沿いや林縁に見られるが生育量は少ない。自生するつる性の植物にはチョウセンゴミシ、サルナシ、マタタビ、ツルアジサイ、イワガラミ、クズ、ツタウルシ、ツルウメモドキ、オニツルウメモドキ、ツルマサキ、ノブドウ、ヤマブドウが挙げられる。クズの生育範囲がやや広いほかはいずれも点在しているに過ぎない。寄生植物にはヤドリギがある。植栽された木本には、トドマツ、カラマツ、ヨーロッパトウヒ、アカエゾマツ、バンクスマツ、ヨーロッパクロマツ、チョウセンゴヨウ、ストローブマツ、ヨーロッパアカマツといったマツ科が多く、ほかにコウヤマキ、ヒムロ、ニオイヒバ、イチイ、アカナラ、ミツバアケビ、スモモ、エゾヤマザクラ、ノダフジ、ネグンドカエデ、トチノキ、イヌツゲ、ムラサキハシドイがある。

地形によって林相にも変化が見られ、西側の急斜地は日当たりが良い乾燥地のためか小中径木の割合が多く大径木ほとんど見られない。公園ではアサダが最も多く生育している地域である。公園内の緩傾斜地にはミズナラ、イタヤカエデが多く、とくに南向きの緩斜面には形質のよい中径木で構成されたミズナラ林があり、春にはカタクリの大群落が見られる貴重な場所でもある。森全体が比較的若い林相を呈しているが、沢沿いの斜面にはハルニレ、オヒョウ、シナノキ、カツラなどの大径木も見られる。

草本は全体で63科318種を確認した。入口から射的場跡に通じる車道内にはネコノメソウ、ウマノミツバ、オオバコが高い頻度で出現しているが、その周辺と八十八ヶ所霊場巡りの歩道周辺では今回の調査で確認した植物の大半を見ることができる。天然林内ではほぼ全域にわたってクマイザサが地表を占有しているため、草本の発生種数も密度も少ない。沢地においてもシダ類の群落は少なく植生は貧弱である。西側のように農地と接している地域は周辺の影響を受けて草原などで見られる種類が出現している。

なお、以前に植物園を造ったという記録があるが、現在、その箇所は二次林となっていて当時の痕跡はほとんど見当たらず、わずかにイカリソウなど数種が残存植物と思われるに過ぎない。

スキー場跡地は公園区域の東側に位置し面積は約16ha、スキー場が廃止になり施設が撤去されてからは放置されて草地化していたが、2010年秋、市民によりサクラ類約1200本が植栽された。傾斜地でありながら部分的に滞水する箇所があり、活着・生育にも大きなダメージを与えている。今回は植栽したサクラの種類については調査していない。草本類は原野や路傍で普通に見られるキク科、タデ科のものが多く、ハナクサキビ、セイヨウオオバコ、イヌカミツレ、ツルタデ、セイトカアワダチソウ、ノラニンジンといった帰化植物が侵入してきている。総じて植生密度は高くはない。樹木の発生はごく少なくシラカンバ、ケヤマハンノキ、ドロノキ、エゾヤナギ、エゾノバッコヤナギなどの幼稚樹が単木的に見られる程度である。旭川市の報告書(1986年)によると、ヌルデは旭山地区で生育していることが初めて確認された希少植物であると紹介している。今回の調査ではスキー場跡地で本数がかなり増えて群生していること、ほかの地域でも生育していることが確認された。

3-3 シダ植物

旭山地域の地形から見てシダ類が生育に適する沢地や湿潤地が少ないが、園内の沢地のほか入口から射的場跡へ向う道路周辺に多く見られた。今回の調査結果からシダ植物は11科35種を確認したが、旭川市の報告書(1986年)による公園内のシダ植物8科25種と比較すると、イヌスギナ、ヒロハハナヤスリ、ゼンマイ、ミヤマワラビ、ミゾシダ、エゾメシダ、サトメシダ、イヌワラビ、ホソバシケシダ、ハクモウイノデの10種が増えている。なお、ナライシダはホソバナライシダに統合されたためカウントしていない。

3-4 特定種

今回の調査によって特定種として4種を確認した。

フクジュソウ(キンポウゲ科) 北海道レッドデータブック2001 絶滅危急種(Vu)

ベニバナヤマシャクヤク(ボタン科) 環境省新レッドリスト2007 絶滅危惧Ⅱ類(Vu)

北海道レッドデータブック2001 絶滅危惧種(En)

サルメンエビネ(ラン科) 環境省新レッドリスト2007 絶滅危惧Ⅱ類(Vu)

北海道レッドデータブック2001 絶滅危惧種(En)

モイワラン(ラン科) 環境省新レッドリスト2007 絶滅危惧Ⅰ類(Vu)

ベニバナヤマシャクヤク、サルメンエビネ、モイワランの3種はいずれも生育量は極めて少なく点在しているに過ぎないが、フクジュソウには小さな群落も存在する。

3-5 帰化植物

今回の調査では、外国から入ってきて野生化した植物のほか、栽培したものが逸出したものも帰化植物として扱った。したがって、外来種で植栽したものは含まない。

確認した帰化植物数は23科65種で、植物総数438種に対する帰化率は14.8%であった。旭川市の報告書(1986年)では、旭山全体で12科42種、公園内では33種とあるが、今回の調査ではこれを大きく上回り、帰化植物が増加・拡大していることが分かった。旭川地方に生育している帰化植物については、旭川帰化植物研究会が2010年現在、44科233種と報告している。旭山公園ではそのうちの27.8%が出現している。成田らは神楽岡公園における帰化植物は50種、帰化率12.9%と報告している。環境がやや類似している神楽岡公園と比較すると若干多い。帰化植物は、本来の自然環境が破壊されると侵入するといわれ、帰化植物数の多寡がその地域の自然度を示す目安にもなっている。旭山公園は特殊(風致)公園として嵐山とともに自然が守られてきた結果、自然度が高いことを示している。

帰化植物のうち、特定外来生物に指定されているのはオオハングウソウ1種で、林縁や道路沿いに見られるがその密度は低い。林内は比較的安定した林分が維持されているためオオハングウソウが生育しやすい環境にはなく集団的な発生箇所はない。

なお、北海道ブルーリスト2010によると要注意外来生物として46種を指定しているが、今回の調査で確認した帰化植物65種のうち、特定外来生物1種を除く64種中19種(29.7%)がそれに該当している。

【科 名】	【種数】	【種 名】
マツ科	1	ヨーロッパアカマツ
ヤナギ科	1	ギンドロ
タデ科	5	ソバカズラ、ツルタデ、ハイミチヤナギ、ヒメスイバ、エゾノギシギシ※
ナデシコ科	1	オランダミミナグサ、ムシトリナデシコ
アカザ科	1	アカザ
ヒユ科	1	アオゲイトウ
アブラナ科	2	ハルザキヤマガラシ※、キレハイスガラシ
ユキノシタ科	1	フサスグリ
バラ科	2	オランダイチゴ、エゾヘビイチゴ
マメ科	4	ハリエンジュ※、タチオランダゲンゲ、ムラサキツメクサ、シロツメクサ
スミレ科	1	サンシキスミレ
アカバナ科	1	メマツヨイグサ※
セリ科	1	ノランジン
キョウチクトウ科	1	ヒメツルニチニチソウ
ムラサキ科	3	ノハラムラサキ、ワスレナグサ、ヒレハリソウ
シソ科	1	エゴマ
ゴマノハグサ科	3	ビロードモウズイカ、タチイヌノフグリ、コテングクワガタ
オオバコ科	2	ヘラオオバコ※、セイヨウオオバコ
キク科	20	ブタクサ※、ゴボウ、ユウゼンギク、アメリカセンダングサ※、ヒナギク、フランスギク、アメリカオニアザミ※、ヒメムカシヨモギ※、ヒメジョオン※、キクイモ※、コウリンタンポポ、キバナコウリンタンポポ、ブタナ※、イヌカミツレ、 <u>オオハングンソウ</u> 、ノボロキク、セイタカアワダチソウ※、オオアワダチソウ※、オニノゲシ、セイヨウタンポポ※
ユリ科	1	オオアマナ
アヤメ科	1	ヒトフサニワゼキショウ
ツユクサ科	1	ムラサキツユクサ
イネ科	9	コヌカグサ、ハルガヤ、カモガヤ※、シバムギ※、ヒロハノウシノケグサ、ホソムギ※、ハナクサキビ、オオアワガエリ※、ナガハグサ
計 23科	65種	

注1 アンダーラインは特定外来生物を示す（1種）

注2 ※は北海道ブルーリスト 2010 による要注意外来生物を示す(19 種)

おわりに

今回の調査により、約 60ha の公園とその周辺に 438 種の多様な植物が生育していることが分かった。カタクリのように大きな群落を形成しているものもあるが、全体的には種類は多いものの密度が低いということから、イメージ的には植物相が貧弱であるという印象が強い。

帰化植物の帰化率は 14.8%と意外に低く、個々の草種の密度も低かった。帰化植物の侵入は人為的によるものが多いといわれている。今後、旭山公園の利用者が増加するに伴い帰化植物も増えることが予想されるので、侵入の動向には十分注意深く観察を継続していく必要がある。なお、特定外来生物に指定されているオオハングンソウは、比較的数が少ない現段階で抜取り駆除することが望ましい。

2011 年 11 月の新聞報道によると、旭川市は 2012 年に公園に隣接する私有地「三浦庭園」3.5ha を取得し、遊歩道等を整備のうえ 2014 年の開園を目指すという。数年後にはスキー場跡に植えたサクラも着花するなど、旭山公園周辺の環境は大きく好転し、自然とのふれあいを求める市民・観光客は増加するであろう。反面、利用が増えるということは自然に対しストレスを負荷することにもなる。市民に憩いの場を提供しながら、いつまでも旭山らしい自然度の高い環境が守られるよう願うものである。

旭山公園の植物目録

PTERIDOPHYTA

Lycopodiaceae

- 1 *Lycopodium clavatum*

Equisetaceae

- 2 *Equisetum arvense*
- 3 *Equisetum hyemale*
- 4 *Equisetum palustre*

Ophioglossaceae

- 5 *Botrychium multifidum* var. *robustum*
- 6 *Botrychium virginianum*
- 7 *Ophioglossum vulgatum*

Osmundaceae

- 8 *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis*
- 9 *Osmunda japonica*

Dennstaedtiaceae

- 10 *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*

Parkeriaceae

- 11 *Adiantum pedatum*
- 12 *Coniogramma intermedia*

Aspleniaceae

- 13 *Asplenium incisum*
- 14 *Asplenium scolopendrium*

Blechnaceae

- 15 *Struthiopteris niponica*

Dryopteridaceae

- 16 *Arachniodes standishii*
- 17 *Dryopteris crassirhizoma*
- 18 *Dryopteris monticola*
- 19 *Leptorumohra miqueliana*
- 20 *Polystichum braunii*
- 21 *Polystichum retroso-paleaceum*
- 22 *Polystichum tripterum*

Thelypteridaaceae

- 23 *Phegopteris connectilis*
- 24 *Stegnogramma pozpi* ssp. *mollissima*

Athyriaceae

- 25 *Athyrium brevifrons*
- 26 *Athyrium deltoideifrons*
- 27 *Athyrium niponicum*
- 28 *Athyrium vidalii*
- 29 *Deparia conilii*
- 30 *Deparia pycnosora*
- 31 *Deparia pterorachis*
- 32 *Deparia pycnosora* var. *mucilaginata*
- 33 *Matteuccia orientalis*
- 34 *Matteuccia struthiopteris*
- 35 *Onoclea sensibilis* var. *interrupta*

GYMNOSPERMAE

Pinaceae

- 36 *Abies sachalinensis*
- 37 *Larix leptolepis*
- 38 *Picea abies*
- 39 *Picea glehnii*
- 40 *Pinus banksiana*

シダ植物

ヒカゲノカズラ科

ヒカゲノカズラ

トクサ科

スギナ
トクサ
イヌスギナ

ハナヤスリ科

エゾフユノハナワラビ
ナツノハナワラビ
ヒロハハナヤスリ

ゼンマイ科

ヤマドリゼンマイ
ゼンマイ

コバノイシカグマ科

ワラビ

ミズワラビ科

クジャクシダ
イワガネゼンマイ

チャセンシダ科

トラノオシダ
コタニワタリ

シシガシラ科

シシガシラ

オシダ科

リョウメンシダ
オシダ
ミヤマベニシダ
ホソバナライシダ
ホソイノデ
サカゲイノデ
ジュウモンジシダ

ヒメシダ科

ミヤマワラビ
ミゾシダ

メシダ科

エゾメシダ
サトメシダ
イヌワラビ
ヤマイヌワラビ
ホソバシケシダ
ハクモウイノデ
オオメシダ
ミヤマシケシダ
イヌガンソク
クサソテツ
コウヤワラビ

裸子植物

マツ科

トドマツ (植栽・自生)
カラマツ (植栽)
ヨーロッパトウヒ (植栽)
アカエゾマツ (植栽)
バンクスマツ (植栽)

- 41 *Pinus koraiensis*
- 42 *Pinus nigra*
- 43 *Pinus strobus*
- 44 *Pinus sylvestris*
- Taxodiaceae**
- 45 *Sciadopitys verticillata*
- Cupressaceae**
- 46 *Chamaecyparis pisifera* var. *squarrosa*
- 47 *Thuja occidentalis*
- Taxaceae**
- 48 *Taxus cuspidate*

ANGIOSPERMAE DICOTYLEDONEAE

- Juglandaceae**
- 49 *Juglans ailanthifolia*
- Salicaceae**
- 50 *Populus alba*
- 51 *Populus maximowiczii*
- 52 *Populus sieboldii*
- 53 *Populus tremula* var. *devidiana*
- 54 *Salix hultenii* var. *angustifolia*
- 55 *Salix integra*
- 56 *Salix jessoensis*
- 57 *Salix miyabeana*
- 58 *Salix rorida*
- 59 *Salix sachalinensis*
- 60 *Salix subfragilis*
- 61 *Toisusu urbaniana*
- Betulaceae**
- 62 *Alnus hirsute*
- 63 *Alnus japonica*
- 64 *Betula ermanii*
- 65 *Betula maximowicziana*
- 66 *Betula platyphylla* var. *japonica*
- 67 *Carpinus cordata*
- 68 *Ostrya japonica*
- Fagaceae**
- 69 *Castanea crenata*
- 70 *Quercus dentate*
- 71 *Quercus mongolica* ssp. *crispula*
- 72 *Quercus rubra*
- Ulmaceae**
- 73 *Ulmus japonica*
- 74 *Ulmus japonica* f. *suberosa*
- 75 *Ulmus laciniata*
- Moraceae**
- 76 *Humulus lupulus* var. *cordifolius*
- 77 *Morus australia*
- Urticaceae**
- 78 *Laportea bulbifera*
- 79 *Pilea pumila*
- 80 *Urtica platyphylla*
- Loranthaceae**
- 81 *Viscum album* ssp. *coloratum*
- Polygonaceae**
- 82 *Antenoron filiforme*

- チョウセンゴヨウ (植栽)
- ヨーロッパクロマツ (植栽)
- ストローブマツ (植栽)
- ヨーロッパアカマツ (植栽・自生)
- スギ科**
- コウヤマキ (植栽)
- ヒノキ科**
- ヒムロ (植栽)
- ニオイヒバ (植栽)
- イチイ科**
- イチイ (植栽・自生)

被子植物 双子葉植物 (CHOLIPETALAE 離弁花類)

- クルミ科**
- オニグルミ
- ヤナギ科**
- ギンドロ*
- ドロノキ
- ヤマナラシ
- チョウセンヤマナラシ
- エゾノバッコヤナギ
- イヌコリヤナギ
- シロヤナギ
- エゾノカワヤナギ
- エゾヤナギ
- オノエヤナギ
- タチヤナギ
- オオバヤナギ
- カバノキ科**
- ケヤマハンノキ
- ハンノキ
- ダケカンバ
- ウダイカンバ
- シラカンバ
- サワシバ
- アサダ
- ブナ科**
- クリ
- カシワ
- ミズナラ
- アカナラ (植栽)
- ニレ科**
- ハルニレ
- コブニレ
- オヒョウ
- クワ科**
- カラハナソウ
- ヤマグワ
- イラクサ科**
- ムカゴイラクサ
- アオミズ
- エゾイラクサ
- ヤドリギ科**
- ヤドリギ
- タデ科**
- ミズヒキ

83	<i>Fallopia convolvulus</i>	ソバカズラ*
84	<i>Fallopia dumetorum</i>	ツルタデ*
85	<i>Persicaria lapathifolia</i>	オオイヌタデ
86	<i>Persicaria longiseta</i>	イヌタデ
87	<i>Persicaria nepalensis</i>	タニソバ
88	<i>Persicaria perfoliata</i>	イシミカワ
89	<i>Persicaria senticosa</i>	ママコノシリヌグイ
90	<i>Persicaria sieboldii</i>	アキノウナギツカミ
91	<i>Persicaria thunbergii</i>	ミゾソバ
92	<i>Persicaria viscofera</i>	ネバリタデ
93	<i>Polygonum arenastrum</i>	ハイミチヤナギ*
94	<i>Polygonum aviculare</i>	ミチヤナギ
95	<i>Reynoutria sachalinensis</i>	オオイタドリ
96	<i>Rumex acetosella</i>	ヒメスイバ*
97	<i>Rumex obtusifolius</i>	エゾノギンギシ*
Portulacaceae		スベリヒユ科
98	<i>Portulaca oleracea</i>	スベリヒユ
Caryophyllaceae		ナデシコ科
99	<i>Cerastium glomeratum</i> *	オランダミミナグサ*
100	<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>angustifolium</i>	ミミナグサ
101	<i>Cucubalus baccifer</i> var. <i>japonicus</i>	ナンバンハコベ
102	<i>Moehringia lateriflora</i>	オオヤマフスマ
103	<i>Sagina japonica</i>	ツメクサ
104	<i>Silene armeria</i>	ムシトリナデシコ*
105	<i>Stellaria aquatica</i>	ウシハコベ
106	<i>Stellaria media</i>	コハコベ
Chenopodiaceae		アカザ科
107	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	アカザ*
Amaranthaceae		ヒユ科
108	<i>Amaranthus retroflexus</i>	アオゲイトウ*
Magnoliaceae		モクレン科
109	<i>Magnolia hypoleuca</i>	ホオノキ
110	<i>Magnolia praecocissima</i> var. <i>borealis</i>	キタコブシ
Schisandraceae		マツブサ科
111	<i>Schisandra chinensis</i>	チョウセンゴミシ
Cercidiphyllaceae		カツラ科
112	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	カツラ
Ranunculaceae		キンボウゲ科
113	<i>Aconitum yezoense</i>	エゾトリカブト
114	<i>Actaea asiatica</i>	ルイヨウショウマ
115	<i>Adonis ramose</i>	フクジュソウ
116	<i>Anemone debilis</i>	ヒメイチゲ
117	<i>Anemone flaccida</i>	ニリンソウ
118	<i>Aquilegia flabellata</i> var. <i>flabellata</i>	オダマキ
119	<i>Caltha palustris</i> var. <i>enkoso</i>	エンコウソウ
120	<i>Cimicifuga simplex</i>	サラシナショウマ
121	<i>Ranunculus cantoniensis</i>	ケキツネノボタン
122	<i>Ranunculus silerifolius</i>	キツネノボタン
123	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	アキカラマツ
124	<i>Thalictrum sachalinense</i>	エゾカラマツ
Glaucidiaceae		シラネアオイ科
125	<i>Clauidium palmatum</i>	シラネアオイ (植栽?)
Berberidaceae		メギ科
126	<i>Caulophyllum robustum</i>	ルイヨウボタン
127	<i>Diphylleia grayi</i>	サンカヨウ
128	<i>Epimedium grandiflorum</i> var. <i>thunbergianum</i>	イカリソウ (園芸種?)

Lardizabalaceae

- 129 Akebia trifoliata

Chloranthaceae

- 130 Chloranthus japonicus
131 Chloranthus serratus

Aristoloshiaceae

- 132 Asiasarum heterotropoides

Paeoniaceae

- 133 Paeonia obovata

Actinidiaceae

- 134 Actinidia arguta
135 Actinidia polygama

Guttiferae

- 136 Hypericum erectum

Papaveraceae

- 137 Chelidonium majus var. asiaticum
138 Corydalis ambigua

Cruciferae

- 139 Arabis lyrata var. kamtschatica
140 Arabis serrata var. glauca
141 Barbarea vulgaris
142 Capsella bursa-pastoris
143 Cardamine leucantha
144 Cardamine scutata
145 Rorippa indica
146 Rorippa islandica
147 Rorippa sylvestris

Saxifragaceae

- 148 Chrysosplenium flagelliferum
149 Chrysosplenium grayanum
150 Chrysosplenium kamtschaticum
151 Hydrangea paniculata
152 Hydrangea petiolaris
153 Ribes rubrum
154 Schizophragma hydrangeoides
155 Tiarella polyphylla

Rosaceae

- 156 Agrimonia japonica
157 Filipendula kamtschatica
158 Fragaria × ananassa
159 Fragaria vesca
160 Geum aleppicum
161 Geum macrophyllum var. sachalinense
162 Malus baccata var. mandshurica
163 Malus toringo
164 Potentilla centigrana
165 Potentilla fragarioides var. major
166 Potentilla freyniana
167 Prunus maximowiczii
168 Prunus salicina
169 Prunus sargentii
170 Prunus ssiori
171 Rosa davurica
172 Rosa multiflora
173 Rubus idaeus var. aculeatissimus
174 Rubus idaeus var. aculeatissimus f. concolor
175 Rubus parvifolius

アケビ科

- ミツバアケビ (植栽)

センリョウ科

- ヒトリシズカ
フタリシズカ

ウマノスズクサ科

- オクエゾサイシン

ボタン科

- ベニバナヤマシャクヤク

マタタビ科

- サルナシ
マタタビ

オトギリソウ科

- オトギリソウ

ケシ科

- クサノオウ
エゾエンゴサク

アブラナ科

- ミヤマハタザオ
エゾノイワハタザオ
ハルザキヤマガラシ*
ナズナ
コンロンソウ
オオバタネツケバナ
イヌガラシ
スカシタゴボウ
キレハイヌガラシ*

ユキノシタ科

- ツルネコノメソウ
ネコノメソウ
チシマネコノメ
ノリウツギ
ツルアジサイ
フサスグリ*
イワガラミ
ズダヤクシュ

バラ科

- キンミズヒキ
オニシモツケ
オランダイチゴ*
エゾヘビイチゴ*
オオダイコンソウ
カラフトダイコンソウ
エゾノコリンゴ
ズミ
ヒメヘビイチゴ
キジムシロ
ミツバツチグリ
ミヤマザクラ
スモモ (植栽)
エゾヤマザクラ (植栽・自生)
シウリザクラ
ヤマハマナス
ノイバラ
ウラジロエゾイチゴ
エゾイチゴ
ナワシロイチゴ

176 <i>Sorbus alnifolia</i>	アズキナシ
177 <i>Sorbus commixta</i>	ナナカマド
Leguminosae	マメ科
178 <i>Amphicarpaea bracteata</i> ssp. <i>edgeworthii</i> var. <i>japonica</i>	ヤブマメ
179 <i>Desmodium podocarpium</i> ssp. <i>oxyphyllum</i>	ヤブハギ
180 <i>Lespedeza bicolor</i>	ヤマハギ
181 <i>Lespedeza cuneata</i>	メドハギ
182 <i>Maackia amurensis</i> var. <i>buergeri</i>	イヌエンジュ
183 <i>Pueraria lobata</i>	クズ
184 <i>Robinia pseudoacacia</i>	ハリエンジュ*
185 <i>Trifolium hybridum</i>	タチオランダゲンゲ*
186 <i>Trifolium pretense</i>	ムラサキツメクサ*
187 <i>Trifolium repens</i>	シロツメクサ*
188 <i>Vicia cracca</i>	クサフジ
189 <i>Visteria floribunda</i>	ノダフジ (植栽)
Oxalidaceae	カタバミ科
190 <i>Oxalis corniculata</i>	カタバミ
191 <i>Oxalis fontana</i>	エゾタチカタバミ
Geraniaceae	フウロソウ科
192 <i>Geranium sibiricum</i> var. <i>glaberrimum</i>	イチゲフウロ
193 <i>Geranium thunbergii</i>	ゲンノショウコ
Euphorbiaceae	トウダイグサ科
194 <i>Acalypha australis</i>	エノキグサ
195 <i>Euphorbia helioscopia</i>	トウダイグサ
Daphniphyllaceae	ユズリハ科
196 <i>Daphniphyllum macropodum</i> var. <i>fumile</i>	エゾユズリハ
Rutaceae	ミカン科
197 <i>Phellodendron amurense</i>	キハダ
198 <i>Skimmia japonica</i> var. <i>intermedia</i> f. <i>repens</i>	ツルシキミ
Anacardiaceae	ウルシ科
199 <i>Rhus ambigua</i>	ツタウルシ
200 <i>Rhus javanica</i> var. <i>roxburgii</i>	ヌルデ
201 <i>Rhus trichocarpa</i>	ヤマウルシ
Aceraceae	カエデ科
202 <i>Acer japonicum</i>	ハウチワカエデ
203 <i>Acer mono</i>	イタヤカエデ
204 <i>Acer mono</i> var. <i>mayrii</i>	アカイタヤ
205 <i>Acer negundo</i>	ネグンドカエデ (植栽)
206 <i>Acer palmatum</i> var. <i>amoenum</i>	オオモミジ
207 <i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ
Hippocastanaceae	トチノキ科
208 <i>Aesculus turbinata</i>	トチノキ (植栽)
Balsaminaceae	ツリフネソウ科
209 <i>Impatiens noli-tangere</i>	キツリフネ
Aquifoliaceae	モチノキ科
210 <i>Ilex crenata</i>	イヌツゲ (植栽)
211 <i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	ハイイヌツゲ
Celastraceae	ニシキギ科
212 <i>Celastrus orbiculatus</i>	ツルウメモドキ
213 <i>Celastrus orbiculatus</i> var. <i>papillosus</i>	オニツルウメモドキ
214 <i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliato-dentatus</i>	コマユミ
215 <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i>	ツルマサキ
216 <i>Euonymus oxyphyllus</i>	ツリバナ
217 <i>Euonymus sieboldianus</i>	マユミ
Staphyleaceae	ミツバウツギ科
218 <i>Staphylea bumalda</i>	ミツバウツギ

Buxaceae219 *Pachysandra terminalis***Vitaceae**220 *Ampelopsis glandulosa* var. *heterophylla*221 *Vitis coignetiae***Tiliaceae**222 *Tilia japonica*223 *Tilia maximowicziana*224 *Tilia maximowicziana* var. *yesoana***Thymelaeaceae**225 *Daphne kamtschatica* ssp. *Jezoensis***Elaeagnaceae**226 *Elaeagnus multiflora* var. *crispa* f. *orbiculata***Violaceae**227 *Viola acuminata*228 *Viola collina*229 *Viola kusanoana*230 *Viola selkirkii*231 *Viola tricolor*232 *Viola verecunda***Cucurbitaceae**233 *Gynostemma pentaphyllum***Onagraceae**234 *Circaea cordata*235 *Circaea mollis*236 *Epilobium glandulosum* var. *asiaticum*237 *Oenothera biennis***Alangiaceae**238 *Alangium platanifolium* var. *trilobum***Cornaceae**239 *Cornus controversa***Araliaceae**240 *Acanthopanax divaricatus*241 *Acanthopanax sciadophylloides*242 *Aralia cordata*243 *Aralia elata*244 *Kalopanax pictus***Umbelliferae**245 *Angelica genuflexa*246 *Angelica ursina*247 *Anthriscus sylvestris*248 *Chamaele decumbens*249 *Cryptotaenia japonica*250 *Daucus carota*251 *Heracleum dulce*252 *Hydrocotyle ramiflora*253 *Oenanthe javanica*254 *Osmorhiza aristata*255 *Sanicula chinensis*256 *Torilis japonica***DICOTYLEDONEAE****Pyrolaceae**257 *Chimaphila japonica*258 *Pyrola japonica*259 *Pyrola renifolia***ツゲ科**

フッキソウ

ブドウ科

ノブドウ

ヤマブドウ

シナノキ科

シナノキ

オオバボダイジュ

モイワボダイジュ

ジンチョウゲ科

ナニワズ

グミ科

ナツグミ

スミレ科

エゾノタチツボスミレ

マルバケスミレ

オオタチツボスミレ

ミヤマスミレ

サンシキスミレ*

ツボスミレ

ウリ科

アマチャヅル

アカバナ科

ウシタキソウ

ミズタマソウ

カラフトアカバナ

メマツヨイグサ*

ウリノキ科

ウリノキ

ミズキ科

ミズキ

ウコギ科

ケヤマウコギ

コシアブラ

ウド

タラノキ

ハリギリ

セリ科

オオバセンキュウ

エゾニュウ

シャク

セントウソウ

ミツバ

ノランジン*

オオハナウド

オオチドメ

セリ

ヤブニンジン

ウマノミツバ

ヤブジラミ

双子葉植物 (SYMPETALAE 合弁花類)**イチヤクソウ科**

ウメガサソウ

イチヤクソウ

ジンヨウイチヤクソウ

Ericaceae

- 260 *Vaccinium japonicum*
- 261 *Vaccinium smallii*

Primulaceae

- 262 *Lysimachia japonica* f. *subsessilis*
- 263 *Lysimachia vulgaris* var. *davurica*

Styracaceae

- 264 *Styrax obassia*

Oleaceae

- 265 *Fraxinus mandshurica* var. *japonica*
- 266 *Ligustrum tschonoskii*
- 267 *Syringa reticulata*
- 268 *Syringa vulgaris*

Gentianaceae

- 269 *Gentiana zollingeri*
- 270 *Tripterospermum japonicum*

Apocynaceae

- 271 *Vinca minor*

Asclepiadaceae

- 272 *Cynanchum caudatum*
- 273 *Metaplexis japonica*

Rubiaceae

- 274 *Asperula odorata*
- 275 *Mitchella undulate*

Boraginaceae

- 276 *Myosotis arvensis*
- 277 *Myosotis scorpioides*
- 278 *Symphytum officinale*

Labiatae

- 279 *Clinopodium chinense* var. *shibetchense*
- 280 *Clinopodium sachalinense*
- 281 *Elsholtzia ciliata*
- 282 *Glechoma hederacea* var. *grandis*
- 283 *Lycopus uniflorus*
- 284 *Prunella frutescens*
- 285 *Prunella vulgaris* ssp. *asiatica*
- 286 *Scutellaria abbreviate*
- 287 *Scutellaria peinensis* var. *ussuriensis*
- 288 *Teucrium viscidum* var. *miquelianum*

Solanaceae

- 289 *Solanum nigrum*

Scrophulariaceae

- 290 *Mimulus nepalensis*
- 291 *Verbascum thapsus*
- 292 *Veronica arvensis*
- 293 *Veronica serpyllifolia*
- 294 *Veronicastrum sibiricum* var. *yezoense*

Phrymaceae

- 295 *Phryma leptostachya* ssp. *asiatica*

Plantaginaceae

- 296 *Plantago asiatica*
- 297 *Plantago lanceolata*
- 298 *Plantago major*

Caprifoliaceae

- 299 *Lonicera morrowii*
- 300 *Sambucus racemosa* ssp. *kamtschatica*
- 301 *Viburnum furcatum*

ツツジ科

- アキシバ
- オオバスノキ

サクラソウ科

- コナスビ
- クサレダマ

エゴノキ科

- ハクウンボク

モクセイ科

- ヤチダモ
- ミヤマイボタ
- ハシドイ
- ムラサキハシドイ (植栽)

リンドウ科

- フデリンドウ
- ツルリンドウ

キョウチクトウ科

- ヒメツルニチニチソウ*

ガガイモ科

- イケマ
- ガガイモ

アカネ科

- クルマバソウ
- ツルアリドオシ

ムラサキ科

- ノハラムラサキ*
- ワスレナグサ*
- ヒレハリソウ*

シソ科

- ヤマクルマバナ
- ミヤマトウバナ
- ナギナタコウジュ
- カキドオシ
- エゾシロネ
- エゴマ*
- ウツボグサ
- トウゴクシソバタツナミソウ
- エゾタツナミソウ
- ツルニガクサ

ナス科

- イヌホオズキ

ゴマノハグサ科

- ミゾホオズキ
- ビロードモウズイカ*
- タチイヌノフグリ*
- コテングクワガタ*
- エゾクガイソウ

ハエドクソウ科

- ハエドクソウ

オオバコ科

- オオバコ
- ヘラオオバコ*
- セイヨウオオバコ*

スイカズラ科

- キンギンボク
- エゾニワトコ
- オオカメノキ

302 *Viburnum opulus* var. *calvescens*

303 *Viburnum wrightii*

Adoxaceae

304 *Adoxa moschatellina*

Valerianaceae

305 *Patrinia scabiosaefolia*

Campanulaceae

306 *Adenophora triphylla* var. *japonica*

307 *Codonopsis lanceolata*

Compositae

308 *Adenocaulon himalaicum*

309 *Ambrosia artemisiifolia*

310 *Anaphalis margaritacea* ssp. *yedoensis*

311 *Arctium lappa*

312 *Artemisia japonica*

313 *Artemisia Montana*

314 *Aster glehnii*

315 *Aster novi-belgii*

316 *Aster scaber*

317 *Bidens frondosa*

318 *Bellis perennis*

319 *Cacalia hastata* ssp. *orientalis* var. *orientalis*

320 *Carpesium abrotanoides*

321 *Carpesium cernuum*

322 *Carpesium triste*

323 *Chrysanthemum leucanthemum*

324 *Cirsium kamschaticum*

325 *Cirsium kamschaticum* ssp. *pectinellum*

326 *Cirsium pendulum*

327 *Cirsium vulgare*

328 *Conyza canadensis*

329 *Erigeron annuus*

330 *Eupatorium chinense* var. *oppositifolium*

331 *Eupatorium chinense* ssp. *sachalinense*

332 *Helianthus tuberosus*

333 *Hieracium aurantiacum*

334 *Hieracium pratense*

335 *Hieracium umbellatum*

336 *Hypochoeris radicata*

337 *Inula salicina*

338 *Ixeris dentata* var. *albiflora* f. *amplifolia*

339 *Ixeris stolonifera*

340 *Lactuca raddeana* var. *elata*

341 *Leibnitzia anandria*

342 *Matricaria inodora*

343 *Petasites japonicus* var. *giganteus*

344 *Picris hieracioides* var. *glabrescens*

345 *Rudbeckia laciniata*

346 *Senecio cannabiolius*

347 *Senecio vulgaris*

348 *Solidago altissima*

349 *Solidago gigantea* var. *leiophylla*

350 *Solidago virgaurea* var. *asiatica*

351 *Solidago virgaurea* var. *gigantea*

352 *Sonchus asper*

353 *Sonchus brachyotus*

354 *Taraxacum hondoense*

カンボク

ミヤマガマズミ

レンブクソウ科

レンブクソウ

オミナエシ科

オミナエシ

キキョウ科

ツリガネニンジン

ツルニンジン

キク科

ノブキ

ブタクサ*

カワラハハコ

ゴボウ*

オトコヨモギ

オオヨモギ

エゾゴマナ

ユウゼンギク*

シラヤマギク

アメリカセンダングサ*

ヒナギク*

ヨブスマソウ

ヤブタバコ

コヤブタバコ

ミヤマヤブタバコ

フランスギク*

チシマアザミ

エゾノサワアザミ

タカアザミ

アメリカオニアザミ*

ヒメムカシヨモギ*

ヒメジョオン*

ヒヨドリバナ

ヨツバヒヨドリ

キクイモ*

コウリンタンポポ*

キバナコウリンタンポポ*

ヤナギタンポポ

ブタナ*

カセンソウ

ハナニガナ

イワニガナ

ヤマニガナ

センボンヤリ

イヌカミツレ*

アキタブキ

コウゾリナ

オオハンゴンソウ*

ハンゴンソウ

ノボロギク*

セイタカアワダチソウ*

オオアワダチソウ*

アキノキリンソウ

オオアキノキリンソウ

オニノゲシ*

ハチジョウナ

エゾタンポポ

355 *Taraxacum officinale*
 356 *Youngia japonica*
MONOCOTYLEDONEAE
Liliaceae
 357 *Allium victorialis* var. *platyphyllum*
 358 *Disporum sessile*
 359 *Disporum smilacinum*
 360 *Erythronium japonicum*
 361 *Gagea lutea*
 362 *Memecallid miedendorffii* var. *esculenta*
 363 *Hosta sieboldii* var. *rectifolia*
 364 *Lilium cordatum* var. *glehnii*
 365 *Lilium medeoloides*
 366 *Maianthemum dilatatum*
 367 *Ornithogalum montanum*
 368 *Paris verticillata*
 369 *Polygonatum odoratum* var. *maximowiczii*
 370 *Smilacina japonica*
 371 *Streptopus amplexifolius* var. *papillatus*
 372 *Trillium kamschaticum*
 373 *Trillium tschonoskii*
 374 *Veratrum grandiflorum*
Iridaceae
 375 *Sisyrinchium mucronatum*
Juncaceae
 376 *Juncus effusus* var. *decipiens*
 377 *Juncus tenuis*
 378 *Juncus kraneri*
 379 *Juncus leschenaultii*
Commelinaceae
 380 *Commelina communis*
 381 *Tradescantia reflexa*
Gramineae
 382 *Agrostis alba*
 383 *Anthoxanthum odoratum*
 384 *Brylkinia caudata*
 385 *Calamagrostis langsdorffii*
 386 *Dactylis glomerata*
 387 *Digitaria violascens*
 388 *Echinochloa crus-galli*
 389 *Elymus repens*
 390 *Eragrostis multicaulis*
 391 *Festuca ovina*
 392 *Festuca pratensis*
 393 *Lolium perenne*
 394 *Melica nutans*
 395 *Milium effusum*
 396 *Miscanthus sinensis*
 397 *Panicum bisulcatum*
 398 *Panicum capillare*
 399 *Paspalum thumbergii*
 400 *Phalaris arundinacea*
 401 *Phleum pretense*
 402 *Phragmites australis*
 403 *Poa annua*
 404 *Poa pratensis*
 405 *Sasa senanensis*

セイヨウタンポポ*
 オニタビラコ
単子葉植物
ユリ科
 ギョウジャニンニク
 ホウチャクソウ
 チゴユリ
 カタクリ
 キバナノアマナ
 ゼンテイカ
 タチギボウシ
 オオウバユリ
 クルマユリ
 マイヅルソウ
 オオアマナ*
 クルマバツクバネソウ
 オオアマドコロ
 ユキザサ
 オオバタケシマラン
 オオバナノエンレイソウ
 ミヤマエンレイソウ
 バイケイソウ
アヤメ科
 ヒトフサニワゼキショウ*
イグサ科
 イ
 クサイ
 タチコウガイゼキショウ
 コウガイゼキショウ
ツククサ科
 ツククサ
 ムラサキツククサ*
イネ科
 コヌカグサ*
 ハルガヤ*
 ホガエリガヤ
 イワノガリヤス
 カモガヤ*
 アキメヒシバ
 イヌビエ
 シバムギ*
 ニワホコリ
 ウシノケグサ
 ヒロハノウシノケグサ*
 ホソムギ*
 コメガヤ
 イブキヌカボ
 ススキ
 ヌカキビ
 ハナクサキビ*
 スズメノヒエ
 クサヨシ
 オオアワガエリ*
 ヨシ
 スズメノカタビラ
 ナガハグサ*
 クマイザサ

406 *Setaria pumilla*
407 *Setaria viridis*
Araceae
408 *Arisaema serratum*
409 *Lysichiton camtschatcense*
410 *Symplocarpus folidus* var. *latissimus*

Typhaceae
411 *Typha latifolia*

Cyperaceae
412 *Carex blepharicarpa*
413 *Carex breviculmis*
414 *Carex doenitzii*
415 *Carex fedia* var. *miyabei*
416 *Carex insanae*
417 *Carex japonica*
418 *Carex lanceolata*
419 *Carex maximowiczii*
420 *Carex mollicula*
421 *Carex phacota*
422 *Carex rhynchophysa*
423 *Carex siderosticta*
424 *Carex stipata*
425 *Scirpus tabernaemontani*
426 *Scirpus wichurae*

Orchidaceae
427 *Calanthe tricarinata*
428 *Cephalanthera longibracteata*
429 *Cephalanthera falcata*
430 *Coeloglossum viride*
431 *Cremastra appendiculata*
432 *Cremastra aphylla*
433 *Epipactis papillosa*
434 *Liparis kumokiri*
435 *Liparis makinoana*
436 *Gymnadenia camtschatica*
437 *Oreorchis patens*
438 *Spiranthes sinensis* var. *amoena*

キンエノコロ
エノコログサ

サトイモ科
マムシグサ
ミズバショウ
ザゼンソウ

ガマ科
ガマ

カヤツリグサ科
ショウジョウソグ
アオスゲ
コタヌキラン
ビロードスゲ
ヒロバスゲ
ヒゴクサ
ヒカゲスゲ
ゴウソ
ヒメシラスゲ
ヒメゴウソ
オオカサスゲ
タガネソウ
オオカワズスゲ
フトイ
アブラガヤ

ラン科
サルメンエビネ
ササバギンラン
ギンラン
アオチドリ
サイハイラン
モイワラン
エゾスズラン
クモキリソウ
エゾノクモキリソウ
ノビネチドリ
コケイラン
ネジバナ

注1：種名は、『自然環境保全基礎調査植物目録修正版』（1994年環境庁自然保護局発行）ほかによる。

注2：種名の*は、帰化種（逸出を含む）を示す。

注3：（植栽）は植栽木を表し、（植栽・自生）は植栽木と自生木があることを示す。

参考文献

環境庁自然保護局編 1994『自然環境保全基準調査 植物目録』修正版
建設省河川局監修 1995『河川川辺の国勢調査生物種目録』リバーフロント
環境庁編 2000『改定日本の絶滅のある野生生物(植物)』
北海道編 2001『北海道の稀少野生生物(北海道レッドデータブック)』北海道
稲垣貫一 1970『旭川叢書4 北海道の植物』旭川市
旭川市編 1986『自然保護調査報告書』VOL.9
矢原徹一監修 2003『レッドデータプランツ』山と溪谷社
林弥栄編 1989『日本の樹木』山と溪谷社
鈴木基夫・横井政人監修 1998『園芸植物』山と溪谷社
安藤敏夫・小笠原亮 2007『日本花名鑑2』アポック社
宮部金吾・工藤祐舜（須崎忠助画） 1992『普及版北海道主要樹木図譜』北海道大学図書刊行会
佐竹義帆ほか編 1981～1982『日本の野生植物 草本Ⅰ～Ⅲ』平凡社
滝田謙讓 2001『北海道植物図譜』カトウ書館

佐藤孝夫 2004『新版北海道樹木図鑑』亜璃西社
鮫島淳一郎・辻井達一・梅沢俊 1998『新版北海道の花』北海道大学図書刊行会
辻井達一・梅沢俊・佐藤孝夫 1997『新版北海道の樹』北海道大学図書刊行会
岩槻邦夫編 1992『日本の野生植物シダ』平凡社
日本のシダの会 1979～1997『日本のシダ植物図鑑 1～8』東京大学出版会
光田重幸 1986『しだの図鑑』保育社
池端怜伸 2006『写真でわかるシダ植物図鑑』トンボ出版
村田威夫・谷城勝弘共著 2006『シダ植物』全国農村教育協会
長田武正 1989『日本イネ科植物図譜』平凡社
桑原義晴 2008『日本イネ科植物図譜』全国農村教育協会
秋山茂雄 1955『極東亜産スゲ属植物図譜』北海道大学
吉川純幹 1957～1960『日本スゲ属植物図譜 I～III』北陸植物の会
星野卓二・正木智子 2002『岡山県スゲ属植物図鑑』山陽新聞社
星野卓二・正木智子 2003『岡山県カヤツリグサ科植物図鑑』山陽新聞社
勝山輝男 2005『日本のスゲ』文一総合出版
谷城勝弘 2007『カヤツリグサ科入門』全国農村教育協会
清水建美編 2003『日本の帰化植物』平凡社
旭川帰化植物研究会 2010『旭川の帰化植物』第 36 号
五十嵐博 2000『北海道帰化植物便覧』北海道野生植物研究所
成田一芳・塩田 惇 2010「旭川市神楽岡公園とその周辺の植物」『旭川市博物科学館研究報告』2

植物調査に参加した『旭川みどり21の会』会員

青田盾彦、伊藤令子、池野利明、浦島 寛、川上英夫、川上之子、木村悦子、
木樽ちあき、芝山一雄、谷口信一、平田孝則、伏見佳紀、舟橋 健、法邑幸一、
堀内重夫、松澤 茂、松田利一、松田章子

科学館の標本を活用した授業－「砂から環境を読む」

文部科学省スーパーサイエンスハイスクール事業、北海道旭川西高等学校における授業の実施報告

河村 勁^{*1}・熊谷拓也^{*2}・横堀初美^{*3}・添田隆子^{*3}

はじめに

当科学館レファレンスルームに展示・収蔵されている砂の標本は 2007 年以降すでに 100 サンプルを越え、30ml ガラス瓶などに保存されている。これらは主に筆者（河村）がこれまでに採取してきたものであるが、サイエンスボランティア旭川の会員らの協力により、国内外の旅行先で採取されたものも増えている。

これらの標本は当館主催事業「科学館まつり」、講座「理科クラブ」、「生きもの・地球クラブ」あるいはボランティア主催事業「科学探検広場」などで活用してきたところであるが、学校の授業に用いられた例はこれまでになかった。

筆者（河村）は、昨年度から北海道旭川西高等学校（※1）の文部科学省スーパーサイエンスハイスクール事業（2010 年指定）の中の理数科カリキュラム開発への協力要請を受け、「環境科学的内容を含む基礎的な実験授業」の一部を担当してきた。今年度はこれらの標本を生かし「砂」を素材にした授業の展開を試みたところ、好結果を得たので、その概要をここに報告する。

※1 北海道旭川西高等学校の前身は、1907 年創立の北海道庁立上川高等女学校、1950 年共学となり現在の校名に、1968 年理数科設置。現在、全日制課程普通科 15、理数科 3 定員 720。道北地方の進学校の一角を占める文武両道の高校として地域に知られている。

1 授業実施に当たっての基本的な考え方

今回の授業は、理数科「学校設定科目」である「SS 基礎Ⅰ」（1 年生対象）「SS 基礎Ⅱ」（2 年生対象）の中の「SS 実験講座」（環境基礎科学実験Ⅰ）として実施した。学校側との協議により、次のような基本的な考えに立ち 1 時間の授業案を作成した。

- 1 実験・観察をとおして自然・環境の見方、考え方の基本が学べるような教材の開発を目指す。
- 2 新たに付加する知識は極力少なくし、既存の知識の応用・発展により理解できる内容の構成に努める。
- 3 既存の理数科の備品・器材を有効に活用する。
- 4 授業実施後に生徒、教職員の客観的な評価を行いその結果を公開する。

2 授業の流れ

本校の理数科備品として双眼実体顕微鏡 40 台があり、生徒一人につき各 1 台使用

^{*1}サイエンスボランティア旭川特別学芸員、スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員

^{*2}北海道旭川西高等学校理科教諭 ^{*3}同校理科実習助手

可能であるという恵まれた条件があることから、これを最大限に生かした意外性のある素材として「砂」を用いることとした。

「砂」はどの生徒にとっても幼少時代から親しんできた身近なものである。小学理科では「川」の単元で、中学理科では「地層」「岩石」の単元と関わりがあるが、砂そのものは扱わない。生徒にとっては立体視された砂粒の美しさは未知のものであり、新鮮な素材である。その色、形、砂粒の大きさ、その他の特徴などといった簡単な識別を基本として、砂の生い立ちや環境を類推するという作業は、これまで学んできた知識や経験の範囲で十分理解できることである。

砂のサンプルとして、これまでの経験からA砂漠の砂（エジプト）、B海浜の砂（沖縄、座間味）、C川の砂（石狩川、神居古潭）を典型例としてとりあげることとした。限られた時間なので、あらかじめ用意した「3穴紙プレパラート」にABCのサンプルを作製させた。まずこれらをよく観察させ、それらの特徴からどのような環境が読み取れるかを学習した後、『未知の砂』のサンプルDについてどのような環境の「砂」であるかを考えさせるという流れを構成した。

＜配布テキスト＞

砂の世界 - 砂から読み取る環境

砂は、地表のどこにも見られるありふれた存在である。一方、砂は長い地球の歴史の「旅」の途中に、一時的に現れるものでもある。そして砂が生み出される環境条件の違いを反映して、採集地ごとに砂粒の一粒、あるいはそれらの集合にも特徴が現れる。

ここでは、環境の異なる3種の砂を標本として観察し、それぞれの砂の特徴を読み取り、砂のできる背景（環境）について考察する。

＜準備＞

砂サンプル3種＋未知サンプル1種、ガラススクリュー管ピン（20）

3穴紙スライド（人数分）、双葉実体顕微鏡（人数分）、ラベル、1穴紙スライド

＜展開＞

- 3穴紙スライドを用いて、砂の標本を作製する。
- 1の標本を観察し、それぞれの特徴を確認する。
- 1穴紙スライドを用い、未知サンプルについて観察し、その特徴を冊紙に記載する。
- 1の標本と比較し、類似点、相違点を明らかにし未知サンプル固有の特徴、環境について考察する。

砂の世界 観察ノート 学年 組氏名

	A	B	C
砂粒のスケッチ			
特徴など	①ほとんど同じ大きさ、同じ形である。 ・丸みを帯びている。 ・表面は滑らかで、色は均一である。	①鋭い角がある。 ・大きさ、形状がバラバラである。 ・表面は粗く、色は茶色や黒色である。	①繊維状の砂粒が多い。 ・大きさ、形状がバラバラである。 ・表面は滑らかで、色は均一である。
環境	乾燥した砂漠、砂漠の砂	海浜の砂、海浜の砂	川の砂、川の砂

砂の世界 観察ノート D

砂粒のスケッチ	
特徴など	Cとよく似ている。繊維状の砂粒が多い。海浜の砂とよく似ている。
環境	川の砂、川の砂

3 解説

1 「3穴紙プレパラート」および「観察用砂サンプル」の作製

ア 生物用プレパラートと同じ大きさの厚紙2枚を用意し、1枚に皮用ポンチで直径11mmの穴を、間隔をとって3つあけ、他の1枚を台紙にして2枚をはり合わせる。各穴に幅5mmの両面テープを横向きに貼っておく（事前に準備、生徒は次

のイから作業する)。

イ プレパラートの穴の一つについて、両面テープをはがす。穴に該当する砂のガラス瓶のふたをとり瓶の口にプレパラートの穴を密着させ、親指と人差し指で両者を挟み、その状態で一気に反転する。これで砂粒がテープ上にきれいに接着される。

2 「砂」の定義、砂の性質

堆積粒子のうち、直径 2mm ～ 1/16mm の範囲の粒子を「砂」という。2mm 以上を「れき」、1/16mm 以下は「泥（シルト－粘土）」である。静止している堆積粒子が流水により動き出すとき、最初に動くのは砂である。泥は流水中に浮遊しているときはなかなか沈まないが、一度堆積すると粘着性があるため動きにくい。また、流水中では砂粒どうしは水がクッションになるためほとんど衝突しない。砂漠の砂の粒が地表の移動や空中での衝突のために円摩されるのと対照的である。ほとんどの砂は直径 $\frac{1}{2}$ mm 前後である。

砂の供給源は、ほとんどは陸地の風化された岩石や固結度の低い砂岩層である。れきの衝突や摩耗が原因で生じる砂の割合はほとんどない。

3 資源としての砂と環境の変化

経済成長の著しい東南アジア諸国では建設ラッシュによるコンクリート骨材としての砂の需要が急増しており、近隣諸国間で「砂」の争奪トラブルがおこっている。川の上流部でのダム建設や海岸の港湾建設、防波堤、堤防工事が進み、海岸部への砂の供給が減少しているためといわれている。日本においても同様な環境の変化により海岸の砂浜の減少が、また従来日本の砂浜の美しさを表現した「白砂青松」の砂浜が少なくなり、重鉱物の多い黒っぽい砂に変わってきているといわれている。

4 「砂サンプル」の観察の要点

A「エジプト砂漠の砂」－うすい褐色を帯び、角がとれて円くなったセキエイ粒が多い。また粒の大きさがそろっている。長期間の移動、砂粒どうしの衝突による摩耗、風による「ふるい分け」がおこる。また、淡褐色に見えるのは乾燥期に水の蒸発により、水中の鉄分が皮膜をつくることによる。

B「沖縄の海の砂」－海生生物（有孔虫、貝類、ウニなど）の殻、それらの破片の集まり。波の振動により比重の差でふるい分けられる。これらの主成分はほとんどが炭酸カルシウムである。

C「石狩川、神居古潭の砂」－鉱物種多く、岩石片も含む。角ばった粒が多い。黒光りする多面体の結晶形（磁鉄鉱）が目立つ。

D「未知の砂」－サンプルCに最も似ている。Cよりやや円みのある粒。鉱物種も少ない。決定的な違いは少量でも貝殻片などの海生生物の遺骸の破片を含んでいること（採集地は留萌海岸）。

5 海生生物の殻などの破片の判定

海生生物の殻の破片は岩石片や鉱物粒とは形、色の上で明らかな違いがある。またその主成分はほとんど炭酸カルシウムである。炭酸カルシウムは希塩酸に反応し

て発泡する。これらの事実から、一粒でも確認できれば海の砂であると断定できる。化学反応式は以下の通りである。



6 「3.11 東北大震災は想定外か？」

東京電力福島第一原発は壊滅的な被害を受け、大量の放射性物質を放出した。一方、東北電力女川原発はかろうじて被害を免れることができた。朝日新聞コラム「窓」によると、女川原発は、歴史的な文献調査と仙台平野の地質調査から西暦 869 年貞観津波の「砂」の痕跡を確認し、今後 9.1m の津波の襲来を予想し、2 号機以降の敷地の高さを 14.8m に造っておいたことが効果を発揮した。実際には、1 m 地盤沈下したところに、13m の津波が襲ったが、0.8m の差で被害を免れたという。

4 事業実施後の生徒アンケートの結果

実施日；平成 23 年 9 月 28 日（理数科 1, 2 年生 78 名）、10 月 8 日（普通科希望者 12 名）合計 90 名

■質問事項

1 実験内容・理解度について

a) 実験前はこのテーマについて

① 大変興味を持っていた ②興味を持っていた ③あまり興味を持っていなかった ④興味を持っていなかった。

b) 実験・観察方法は

① 大変理解できた ②理解できた ③あまり理解できなかった ④理解できなかった

c) 実験・観察結果について

① 大変理解できた ②理解できた ③あまり理解できなかった ④理解できなかった

d) 実験後はこのテーマについて

① 大変興味を持った ②興味を持った ③あまり興味が持てなかった ④興味が持てなかった

e) 今回の実験を通して、新しく発見・理解できたこと、興味が覚えたことは何ですか。

f) 今回の実験で理解できなかったことは何ですか。

2 今回の実験全体の感想を記述してください。 # e, f) とともに記述を指示。

■回答集計の結果

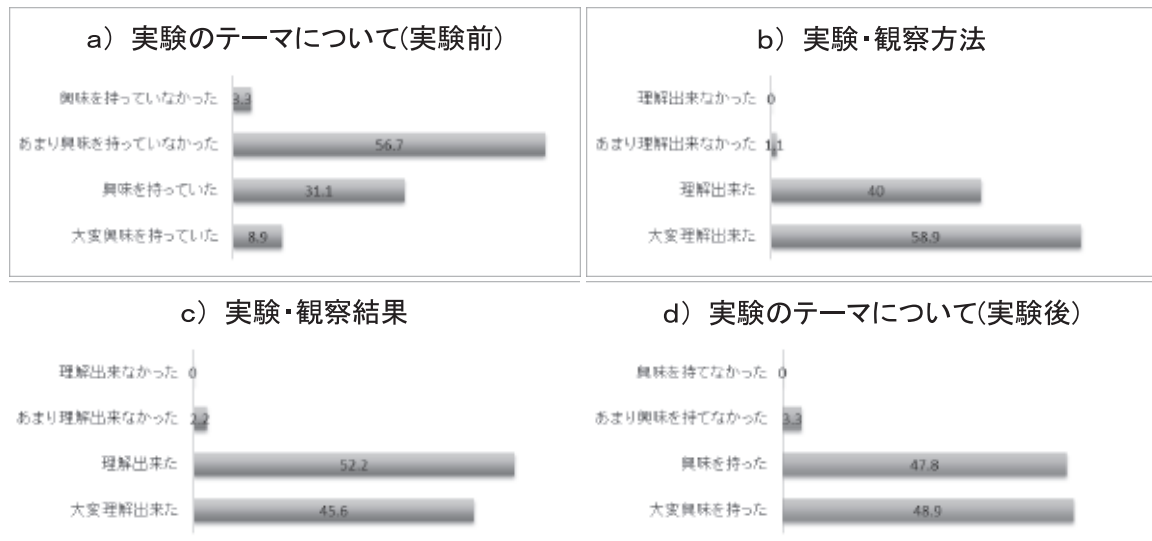
1

a) 実験前はこのテーマについて

b) 実験・観察方法は

c) 実験・観察結果について

d) 実験後はこのテーマについて



e) この実験を通して、新しく発見・理解できたこと、興味が覚えたことは何ですか。

- ・砂の形や粒の大きさなどによって、その環境が判るということ。(31)
- ・環境によってここまで違うんだと興味が湧いた。(7)
- ・観察することによっていろいろな何かが隠されていることが判った。(2)
- ・砂がとてもきれいだった。(3) もっといろいろな砂、世界にある砂を見てみたい。(4)
- ・砂を調べることで地震や津波のことまで対策ができるなんて不思議だと思った。(14)
- ・砂漠の砂は粒が丸いことと、その理由が風に吹かれているからということがよく理解できた。(5)
- ・女川原発のことで、科学が人の役に立っていいなと思った。(2)
- ・福島原発も砂を調べることでしっかり対策をしいてれば、大きな事故にはならなかったと聞いて、とても残念に思った。
- ・砂粒の形や色などが一つ一つに何故そうなるか理由があることが知れて楽しかった。(2)
- ・同じ砂でも見分ける力さえあれば場所が判断できること。
- ・砂もいろいろな働きをしているのだなと思った。
- ・山や他の場所の砂はどんな形状を持っているのか。
- ・「星の砂」の正体を知らなかったので、判ってよかった。特徴的な形だった。(3)
- ・「星の砂」の小さな海洋生物が、生きてるときどういったものだったか気になった。
- ・川の砂は角ばっている。川の中では砂どうしはぶつからない。(4)
- ・砂漠の砂の特徴。透明で、セキエイで出来ていて、鉄がコーティングしている。(2)
- ・世界の砂が消えていく。取り合いが行われている。(4)

- ・色、形、大きさにいろいろたくさんの種類があった。(2)
 - ・いくらでもある邪魔なものとしか捉えてなかったが、砂の重要性和貴重なものになりつつあることが判った。(2)
 - ・海の砂と川の砂の違いが判った。
 - ・砂を知ることによって捜査にも役立つことが判った。
 - ・グランドキャニオンの砂について。
- f) 今回の実験で理解できなかったことは何ですか。
- ・砂と災害の関連性、どのように推測したか。(3)
 - ・どうして沖縄の砂に星形があるのか、石狩川には何故ないのか。(2)
 - ・砂でどのような環境が判るか。
 - ・コンクリート専用の砂があるのか。
 - ・砂がどうして丸みを帯び、また角ばったりするのか理解しにくかった。
 - ・磁鉄鉱の八面体が見つけられなかった。

2 今回の実験全体の感想

- ・双眼実体顕微鏡を使っていろいろな砂を見ることができ楽しく、興味が湧いた。(31)
- ・地学の分野に興味が湧いた。(5)
- ・いろいろな種類の砂を見ることが来た。他の地域の砂も観察したいと思った。(9)
- ・地震の津波と砂の関係は興味をもちました。(4)
- ・砂の形や色だけで環境についていろいろ知ることが出来て勉強になった。(5)
- ・砂のことはまったく未知だったので、今回調べることが出来、新鮮でよかった。(2)
- ・普段は見ることがない砂を見ることが出来、すなの違いを知りとてもよい貴重な体験でした。(5)
- ・これまでただの砂だと思っていたが、砂は生物や自然にとってとても大きな役割を果たしていることが判りました。(3)
- ・観察を交えながらの説明が判りやすかった。(13)
- ・自分でプレパラートを作ってみて、いろいろな砂を見ることが出来とても興味が湧いた。
- ・またこのような機会があれば参加したい。(2)

おわりに

冒頭に述べたように、高校生を対象にして「砂」を素材にした教材を扱うことは、初めての経験であった。また、授業者にとって高校生対象の授業は20数年ぶりであった。このSSHプログラムで「砂」を取り上げるようになったきっかけは、あの『3.11 東北大震災』である。事故後、関係者のコメントや報道はすべて未曾有の災害であり、「想定外」の事故であるとしていた。

2011年5月、筆者（河村）の所属するNPO団体「環境学習フォーラム北海道」の会長の講演の中で、すでに「西暦869年貞観津波」という大津波が史実として記録されており、東北地方の海岸平野部にそのときの「津波砂」が20年も前から発見されていた、ということをお教えいただいた。貴重な示唆を与えていただいた藤田郁男先生に感謝申し上げます。

この事実は、地質学者の論文として報告されており、原子力安全・保安院、原子力安全委員会、電力会社にもすでに知られていたという。残念なことに全体的に切迫した危機感を共有するまでに至らず、対策にかかる費用対効果を考えると深刻に評価するに当たらないと判断されたという。

「砂」はとるに足らない自然の一部にすぎないが、そこにも多様な環境の情報がある。身近な自然をよく観察し、適切な方法と解釈の知恵を働かせることによって、それらの情報を読み取り役立てることが出来るという、一つの自然の見方・考え方の事例をここに提示してみた。

時間的な制約の中で効率よく授業を展開するために、事前に細かな準備を要したが学校側の全面的な協力により、事前の打ち合わせや諸準備が円滑に行われ、アンケートの結果に見るような一定の成果が得られた。一方、生徒に疑問や誤解を残したままに終わったことは、大きな反省点である。授業案および授業の実施は河村、実験用具・標本類の諸準備は添田・横堀、生徒のアンケートは熊谷が担当した。

参考文献

- マイケル・ウェランド、林 裕美子訳 2011『砂 文明と自然』築地書館
堆積学研究会 1999『堆積学事典』朝倉書店
砕屑性堆積物研究会編 1983『地学双書 24 堆積物の研究法』地学団体研究会
Gary Greenberg 2008. A Grain of Sand. Voyageur Press
Walter N. Mark and Elizabeth A. Leistkow, 1996. Sand of World, Science American
「M9『常識』に死角」（付図の1部）、2011/8/1. 朝日新聞（科学欄）
「貞観津波と女川原発」、2011/6/22. 朝日新聞（コラム「窓」）
澤井祐紀・岡村行信・穴倉正展・松浦旅人・Than Tin Aung・小松原純子・藤井雄士郎
2006「仙台平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波－1611慶長津波と869年貞観津波の浸水域」地質ニュース 624
穴倉正展・澤井祐紀・行谷佑一・岡村行信 2010「平安の人々が見た巨大津波を再現する－西暦869年貞観津波」『AFERC NEWS』16



図1 科学館の砂の標本



図2 SSHの授業風景



図3
砂標本観察用3穴紙プレパレート、
5×10mmの範囲に砂粒が粘着



a 砂漠の砂 (エジプト) 下辺 1mm
b 沖縄座間味の砂 下辺 10mm
c 石狩川 (カムイコタン) の砂 下辺 1mm
d 未知の砂 下辺 1mm

図4



図5 朝日新聞 2011・8・11 科学欄

窓 論説委員会から 貞観津波と女川原発

「原や野や道はすべて青海原とな
る……溺死者は千人……」
日本三代実録にこう記され、今回
の津波との関連で注目される貞観津
波(869年)の痕跡が、地質学的
な調査で初めて確認されたのは19
90年のことだ。仙台平野は内陸3
〜4kmまで浸水、実録の記述もほぼ
事実にしとわかった。

論文発表したのは宮城県女川町に
ある東北電力女川原子力発電所建設
所のチームである。その一人、千金
章・企画部副部長によれば、女川原
発2号機の設置許可申請のための調
査の一環だった。

1970年、同1号機の申請の際
は歴史的な文献の調査により、想定
される津波の高さは3mとした。そ
の後、古地震の調査技術が進んでき
たので、掘削して貞観津波の痕跡を
探すなどの調査や研究を行った、と
いう。その結果、想定される津波の
高さは9・1mになった。

1号機建設の時から3mの想定に
対し、「総合的な判断」で敷地を14
・8mの高さに造っておいことが
今年、効果を発揮した。

女川原発は今回の地震で地盤が1
m沈下、そこへ13mの津波が来た。
80mの差で、直撃を免れたのだ。

科学にはむろん限界はあるが、少
しずつ進んでいく。その成果をどう
判断して使うのか。そこは結局、人
間の知恵なのだと思う。〈辻篤子〉

図6 朝日新聞 2011・6・23 コラム『窓』

石狩川上流におけるサケ *Oncorhynchus keta* の自然産卵

－大規模放流個体群回帰前の実態－

Natural Reproduction of chum salmon, *Oncorhynchus keta*, in the upriver of Ishikari River

有賀 誠^{*1}・山田直佳^{*2}・伊藤洋満^{*3}・有賀 望^{*4}・宮下和土^{*5}

1 はじめに

石狩川上流では、2011 年秋、数百尾に及ぶサケ *Oncorhynchus keta* が遡上した。これは「独立行政法人 水産総合研究センター・北海道区水産研究所（旧「さけ・ますセンター」、以下「北海道区水産研究所」）」によるサケの放流稚魚（50 万尾 × 3 年（2009 ～ 2011 年））が回帰しはじめたことによる。サケは 1 ～ 7 年の海洋生活を経て母川に回帰する。特に 3 ～ 4 年の海洋生活を経て回帰する親魚が多く、4 年魚が全体の 45 ～ 60%、5 年魚が 25 ～ 40% を占める（永田 2003）。したがって、放流稚魚の主群の回帰は 2012 年～ 2015 年にあたり、今後の数年間は大規模なサケの遡上が続くことが予想される。

かつての石狩川は、北海道でも有数のサケの遡上河川で、上川盆地を産卵場として、明治以前には数十万規模のサケが遡上したと考えられている（瀬川 2003）。石狩川上流へのサケの遡上は、戦後も 1,000 ～ 2,000 尾程度の規模でしばらく続いていたが（北海道さけ・ますふ化事業百年史編纂委員会 1998）、高度経済成長期の河川の水質汚濁、1964 年の石狩川中流への農業用取水堰（以下「旧花園頭首工」）の設置により、石狩川上流へ遡上するサケは、一度は完全に途絶えてしまった（旭川市 1994、瀬川 2001）。したがって、今回の大規模なサケの遡上は約 50 年ぶりとなる。

北海道区水産研究所による大規模放流は、“自然産卵による遺伝的多様性の確保および良質な天然資源確保”を目的としており、将来的には自然産卵由来の個体（＝野生魚）を増やすことを目指している（鈴木 2010）。しかし、放流自体は 2011 年で終了しているため、いかに自然産卵による再生産のサイクルを定着させていくかが重要な課題となっている。そのため、2012～2015 年の大規模放流による回帰親魚の遡上、産卵を契機として、石狩川上流のサケの再生産が継続していくかどうかをモニタリングしていく必要がある。

大挙して回帰遡上する大規模放流個体が注目される一方で、旧花園頭首工へ魚道が設置された 2000 年以降、少ないながらも石狩川上流へのサケの遡上、自然産卵が行われていることが、関係各機関や市民団体による調査等で確認されてきた。これらの大規模放流放流個体群以外の回帰親魚は、今後、大量に遡上する放流魚と混雑してしまうことが予想される。そこで、本論では、大規模放流由来の親魚が回帰する前の石狩川上流におけるサケの自然産卵の実態を明らかにしておくことが重要と考え、その産卵遡上が本格的に始まる前の 2010 年の産卵床に関する調査の記録をまとめた。

^{*1} 明治コンサルタント株式会社 ^{*2} (財)日本釣振興会北海道地区支部

^{*3} (独)水産総合研究所 北海道区水産研究所 ^{*4} 札幌市豊平川さけ科学館

^{*5} 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

2 方法

2-1 調査地

調査地は、河口から約 150km 以上離れた石狩川上流の上川盆地で、石狩川および忠別川を対象とした（図 1）。これは、石狩川上流において、石狩川および忠別川が過去の主要なサケの遡上河川だったこと（瀬川 2001, 瀬川 2002）、過去 20 年以上にわたる市民のサケ稚魚の放流規模が石狩川と忠別川が他河川に比べて大きかったことによる。

石狩川は、流路延長 268km、流域面積 14,330 km²の北海道最大の一級河川である。北海道中央部の大雪山系の石狩岳（標高 1,967m）に源を発し、層雲峠を経て上川盆地へ至る。上川盆地では、忠別川や牛朱別川等の支川と合流し、市街地を河床勾配 1/200～1/400 で流れ、神居古潭の狭窄部を流下して石狩川平野に抜ける。その後、雨竜川や空知川、千歳川や豊平川と合流して日本海に流入する。なお、本論では上述の神居古潭より上流を石狩川上流としている（流路延長 119km、流域面積 3,450 km²）。

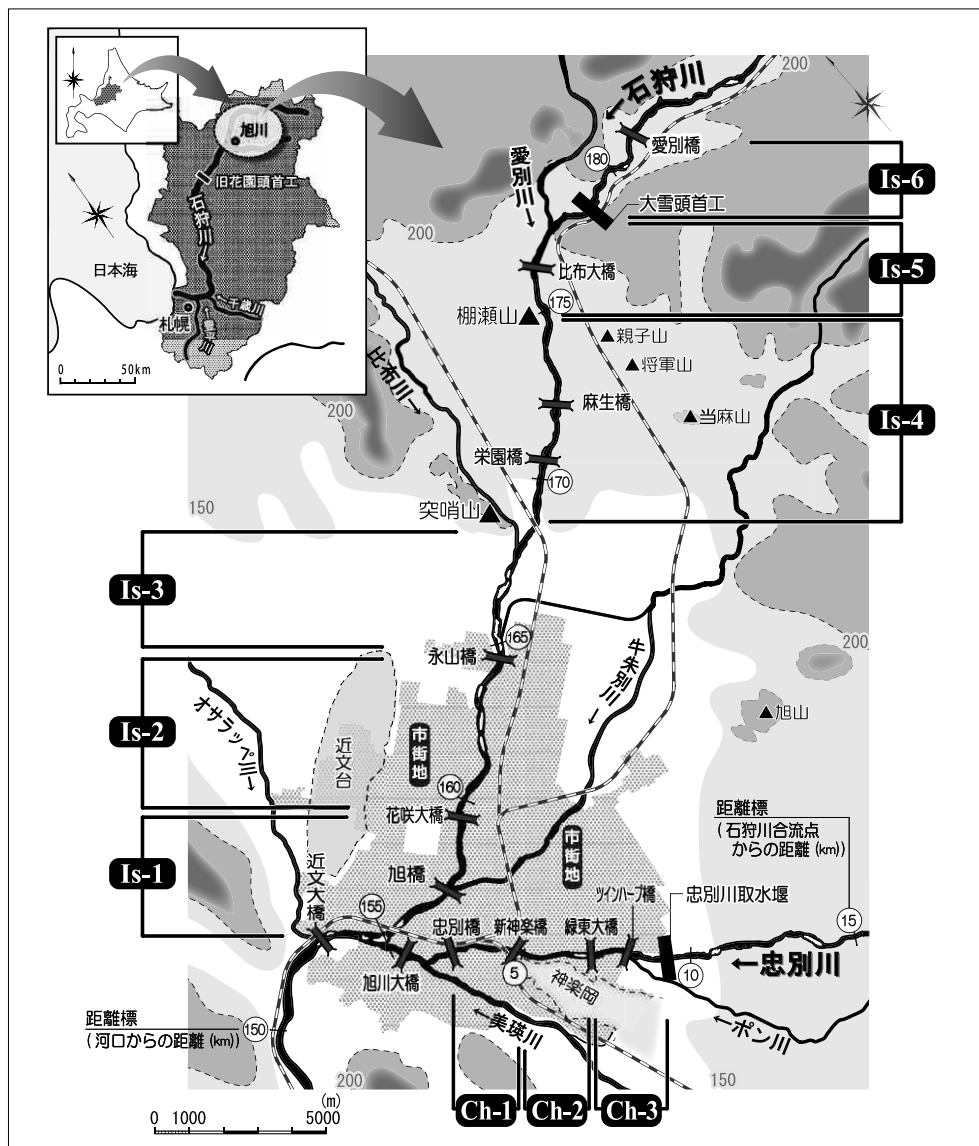


図 1 調査位置図

調査地は上川盆地を流れる石狩川および忠別川である。今後、サケの遡上状況を効率よく比較できるように石狩川は 4～6 km/ 区間、忠別川は 2～3 km/ 区間を目安として概略区分した。

一方、忠別川は流路延長 59km、流域面積 1,063 km²の石狩川の 1 次支川で、同じく大雪山系の忠別岳（標高 1,963m）に源を発し、天人峠を経て上川盆地に至り、市街地を河床勾配 1/100～1/200 で流れ、美瑛川を合わせて上川盆地の下流端部で石狩川に合流する。

本調査では、それぞれの河川について、将来にわたり遡上状況を効率よく比較できるように石狩川では区間あたり 4～6 km、忠別川では 2～3 km を目安として、地形、地質、河道形状、過去の推定産卵場（瀬川 2002）等をもとに石狩川で 6 区間（Is-1～Is-6）、忠別川で 3 区間（Ch-1～Ch-3）に区分し、そのうえで今回の調査対象区間を設定した（図 1）。以下に各区間について概説する。

(1) 石狩川

Is-1：忠別川合流点近傍～花咲大橋の約 5 km 区間。市街地区間にあたり、石狩川は低水路内を緩やかに蛇行し、河道には交互砂州が形成される。区間下流端になると低水路幅が広がり、流路は分流し、網状を呈するようになる。この区間は、かつての石狩川上流における最大のサケの産卵場（石狩川扇状地扇端産場）があった区間に相当する（瀬川 2002）。なお、忠別川合流点より下流になると、さらに川幅が広がり、同時に河床勾配が緩くなる（ $I = 1/600 \sim 1/800$ ）。河床材料は砂、小礫が多くなり産卵適地が少なくなるため、この区間を調査対象範囲の下流端とした。

Is-2：花咲大橋～永山橋の約 5km 区間。Is-1 同様、市街地区間である。河道内に岩盤が露出する。岩盤は固結度の低い礫岩、砂岩あるいはシルト岩で構成されている。近年、滞筋の固定化による流水および流砂の影響を受けて河床低下が顕著となっている（松本ほか 2009）。サケは産卵床の造成に砂礫・石礫を利用するが、砂礫は局所的に堆積している程度で、産卵適地は少ない。

Is-3：永山橋～突哨山の約 4 km 区間。旭川市の市街地から離れて低水路幅が広がる。流路は分流し、交互砂州あるいは複列砂州が形成されるようになる。

Is-4：突哨山～棚瀬山の約 6 km 区間。Is-3 区間同様、低水路幅は広い。流路は分流し、網状を呈する場所が増える。突哨山～麻布橋区間は、石狩川におけるかつてのサケの産卵場の一つ、突哨山産卵場に相当する（瀬川 2002）。区間下流端に突哨山から連なる先第三系の基盤岩が河川を横断する。同区間の栄園橋付近の左岸には現在でも湧水が確認されている（鈴木 2010）。

Is-5：棚瀬山～大雪頭首工の約 4 km 区間。Is-3, 4 と同様、低水路幅は広く、分流が顕著で、流路は網状を呈する。分流が多く流況が多様なため産卵適地はあるが、主流路沿いはサケが産卵に利用するにはやや大きい巨礫の比率が高くなる。区間下流端には棚瀬山から親子山、將軍山、当麻山へと続く先第三系の基盤岩が部分的に河川に露出する。また、区間中央付近に右岸から愛別川が合流する。愛別川は北海道区水産研究所による大規模放流の放流地点となっている。1 年目の 2009 年は愛別川と石狩川の合流点、2 年目以降の 2010 年および 2011 年は合流点から約 1.5km 上流地点にて稚魚放流が行われてきた。

Is-6：大雪頭首工～愛別橋の約 3 km 区間。左岸は山付で、無堤部となる。Is-3～5 と同様、流路は分流し、網状を呈する。同区間は河床勾配が 1/100 以上と急流となり、

河川は山間部の景観を呈し、巨礫が多く、サケが産卵に利用するような石礫は少ない。

石狩川では上記 6 区間（Is-1 ～ Is-6）のうち、過去の推定産卵場となっていること、現状で伏流水または湧水が想定されること、河床材料等を考慮し、産卵適地が比較的多いと考えられる Is-1, Is-3, Is-4 を調査区間とした。

(2) 忠別川

Ch-1：忠別橋～新神楽橋の約 2 km 区間。市街地区間である。近年、旭川駅の周辺開発工事にともない低水路幅が拡張された。砂州が新たに形成され、河川水は砂州上を複雑に流れ、多様な流況を呈する。

Ch-2：新神楽橋～緑東大橋の 2 km 区間。左岸は神楽岡台地沿いの山付区間が続き、区間下流端で神楽岡公園に接する。右岸堤内地は市街地となっている。流路は低水路内を蛇行し、交互砂州を形成しつつ、時折、分流する。前述の Ch-1 区間を含む忠別川合流点～緑東大橋区間（Ch-1 ～ 2）は、かつての石狩川上流の産卵場の一つ、忠別川扇状地扇端産卵場に相当する（瀬川 2002）。区間中央付近には一部、岩盤（美瑛火砕流堆積物）が露出する。また、緑東大橋下流の右岸護岸の切れ目から湧水が確認されている。

Ch-3：緑東大橋～忠別川取水堰の約 2.5km 区間。堤内地は市街地区間である。Ch-1, Ch-2 区間と比べ、低水路幅が広がり、流路は緩やかに蛇行する。交互砂州が形成され、流路は時折、分流する。区間上流端の忠別川取水堰はゲート式の堰だが、水道取水を目的としていることから原則ゲートは閉鎖している。このため取水堰の右岸側に階段式の魚道が設置されている。しかし、魚道入口付近は、ゲートからの落下水が減勢されることなく流れて流速が速いうえ、水深は浅く、サケの遡上は困難と考えられた。一方、取水堰の下流では、維持管理によるゲート開放時に上流の堆積土砂（砂礫）が流送されるため、毎年、新たな砂州が形成されることが多く、サケにとっての産卵適地が広がる。こうした点を踏まえ、忠別川取水堰を調査対象範囲の上流端とした。なお、Ch-3 区間の中央付近の左岸からポン川が合流する。ポン川は、愛別川と同様、北海道区水産研究所による大規模放流の放流河川で、ツインハープ橋直下で放流が行われた。

忠別川は、Ch-1 ～ Ch-3 の総区間長が約 6.5km で、石狩川と比較すると短いこともあり、全区間を調査対象とした。

2-2 産卵床調査

産卵床調査は、抽出した対象区間を踏査し、河床を目視してサケの産卵床の有無を確認した。発見した産卵床の位置は携帯型 GPS あるいは白地図上に落として、地図上にプロットした。また、調査時期および回数は、2010 年 10 月中旬以降、産卵床の痕跡が確認可能な 2 ～ 4 週間程度の間隔を目安として 3 ～ 5 回行った。なお、後述の産卵床物理環境調査等で新たに産卵床を確認した場合は、適宜、記録した。

2-3 産卵床物理環境調査

サケの産卵環境を規定する要因の一つに河床からの湧昇流、すなわち伏流水あるいは湧水の重要性が指摘されている（佐野 1959, 小林 1968, 鈴木 1999）。この点に着

目し、石狩川上流の産卵床がこういった場所に分布しているかを把握するために、ここでは特に石狩川において産卵床の物理環境調査を行った。まず、伏流水を産卵場利用している場合、伏流水は砂州の形状等の河道地形に影響されるため、産卵床周辺の微地形調査を行った。

さらに、湧水を産卵場として利用している場合を考慮し、産卵床内および近傍河川水の水温を連続観測した。これは、北海道では、冬季の河川水温は0℃近くまで低下するが、湧水（地下水）であれば年間を通じてほぼ一定の水温（一般に6～10℃）を保つためである（鈴木1999）。水温計は、卵が埋められている産室の深さを考慮し、30cmほど掘ってから埋設した（有賀・鈴木2009）。水温観測にはOnset社のTidbid V2を用いた。

そのほか、補足調査として、上記の調査に加え、サケが適切な場所に産卵したかどうかを把握するために産卵床内の卵の生残状況を確認した。サケの場合、卵は日平均水温×日数で求まる積算水温が250℃・日（水温8℃で約1ヵ月）に達した頃に発眼し、さらに積算水温480℃・日で孵化が始まる（永田2003）。河川水温を参考に12月および2月に産卵床内の発眼状況、孵化状況を観察した。

3 結果

3-1 産卵床調査

産卵床調査の結果を調査時期ごとに区間別に集計した（表1）。石狩川では合計5床、忠別川では合計10床の産卵床を確認した。確認時期は、全て10月下旬以降だった。石狩川は、Is-1、Is-3区間では確認できず、Is-4区間のみの確認だった。Is-4区間では、突哨山上流と栄園橋上流にそれぞれ2～3床まとまって確認され、分流沿いに連続して分布していた。

忠別川は、Ch-1区間3床、Ch-2区間2床で、いずれも分流で確認した。Ch-3区間は計5床で、区間では最も多くの産卵床を確認した。分布状況は、分流のほか、主流路の川底でも確認した。

表1 産卵床調査の結果

河川	区間	調査時期						集計結果		備考
		10月上旬	10月下旬	11月上旬	11月中旬～下旬	12月中旬	補足	小計	合計	
石狩川 (Is)	Is-1	0	0	—	0	—	—	0	5	Is-4区間確認箇所は突哨山上流（2床）、栄園橋上流（3床）。
	Is-2	—	—	—	—	—	—	—		
	Is-3	0	0	—	0	—	—	0		
	Is-4	0	2	—	2	—	1	5		
	Is-5	—	—	—	—	—	—	—		
	Is-6	—	—	—	—	—	—	—		
忠別川 (Ch)	Ch-1	0	2	0	1	0	—	3	10	
	Ch-2	0	0	0	0	1	—	1		
	Ch-3	0	2	3	0	1	—	6		

注1) Is-2、Is-5、Is-6区間は岩盤の露出や産卵適地が少ないと考えられる区間で、調査の優先度は低いと考え、2010年は調査未実施。

注2) Is-4区間の補足での計上は、産卵床物理環境調査の水温計撤去時（1月下旬）に確認した産卵床。

3-2 石狩川における産卵床の物理環境

(1) 産卵床周辺の微地形

Is-4 区間の 2 箇所、突哨山上流と栄園橋上流に産卵床周辺の航空写真を示す（写真 1）。突哨山上流は、卓越した主流路とは別に右岸側に迂回するような水面幅約 5 m の分流が形成されている。この分流沿いに産卵床を確認した。砂州の規模は幅約 20m、延長 60m 程度である。分流の延長は約 100m 程度で、主流路と合流した直後から突哨山より連なる岩盤露出箇所の急流区間に流れ込む。

一方、栄園橋上流は、護岸工事にともなう河道の拡幅箇所、流路は網状を呈し、主流路から砂州の表面を伝って流れた河川水が分流に落ち込む箇所に産卵床を確認した。分流は砂州を分断し、右岸岸沿いの流れと合流した後、約 50m 下流で主流路と合流する。この分流で確認した産卵床は 2 床が連続し、さらにその後の調査で、約 30m 下流の分流沿いに 1 床の産卵床を確認した。

主流路との位置関係、特に主流路との水位差に着目して、産卵床を通過する河川横断を設定し、その形状を測量した（図 3）。測量の結果、突哨山上流の分流では、主流路と分流路の水位差が約 40cm あった。一方、栄園橋上流では主流路とは別に 3 つの分流がある。このうち産卵床が分布する中央の分流が最も河床高が低く、主流路との水位差は 70cm だった。

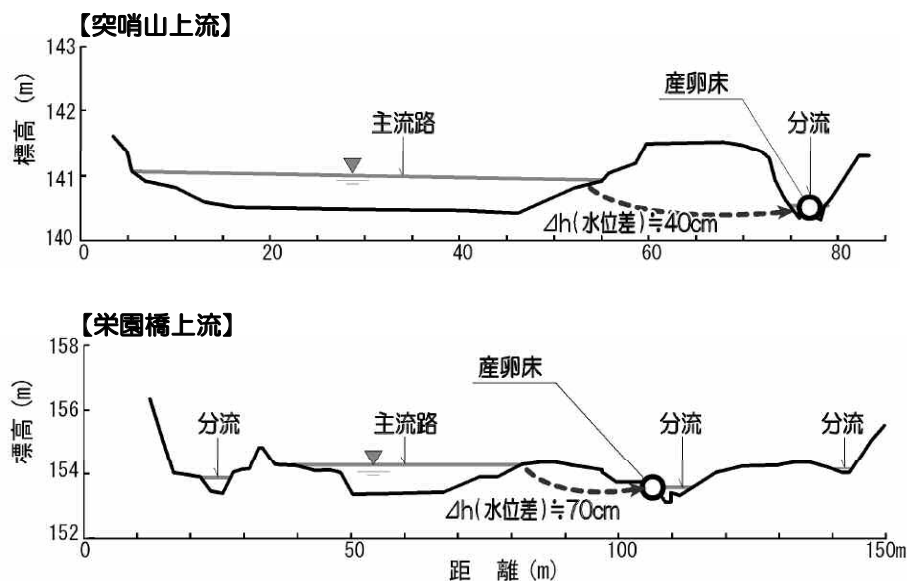


図 3 産卵床付近の河川横断形状（上：突哨山上流，下：栄園橋上流）

産卵床は各横断図の分流に位置する。分流の水位は、主流路の水位に比べて低い。水位差は突哨山上流で約 40cm、栄園橋上流では 70cm だった。この水位差により主流路から分流に向かって浸透水の流れが想定される。

(2) 産卵床内の水温と河川水温との比較

突哨山上流と栄園橋上流の産卵床のうち、各 1 床の産卵床に対して産卵床内の水温と河川水温の連続観測を行った。観測期間は 11 月 12 日～1 月 22 日までの約 70 日間である。期間中の河川水温は最低 0.1℃、最大 6.3℃ だった。一方、産卵床内の水温は、突哨山上流で 0.4～6.2℃、栄園橋上流で 0.1～6.3℃ とほぼ同じレンジだった。

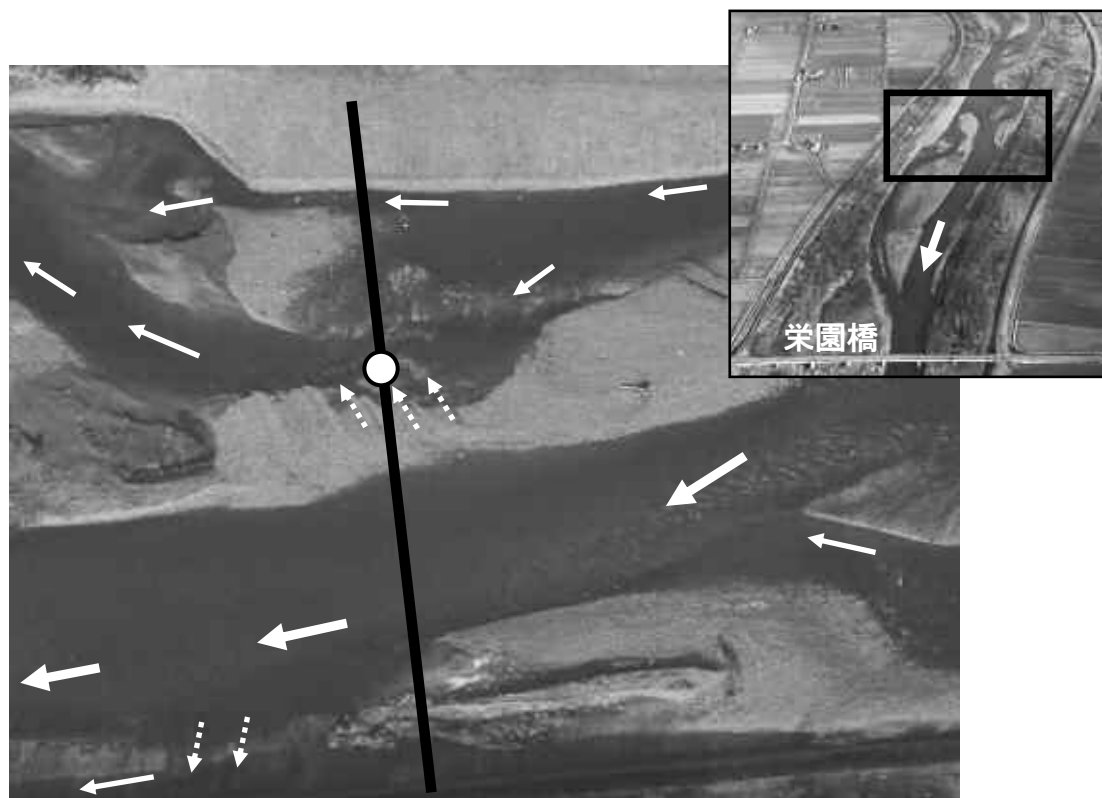
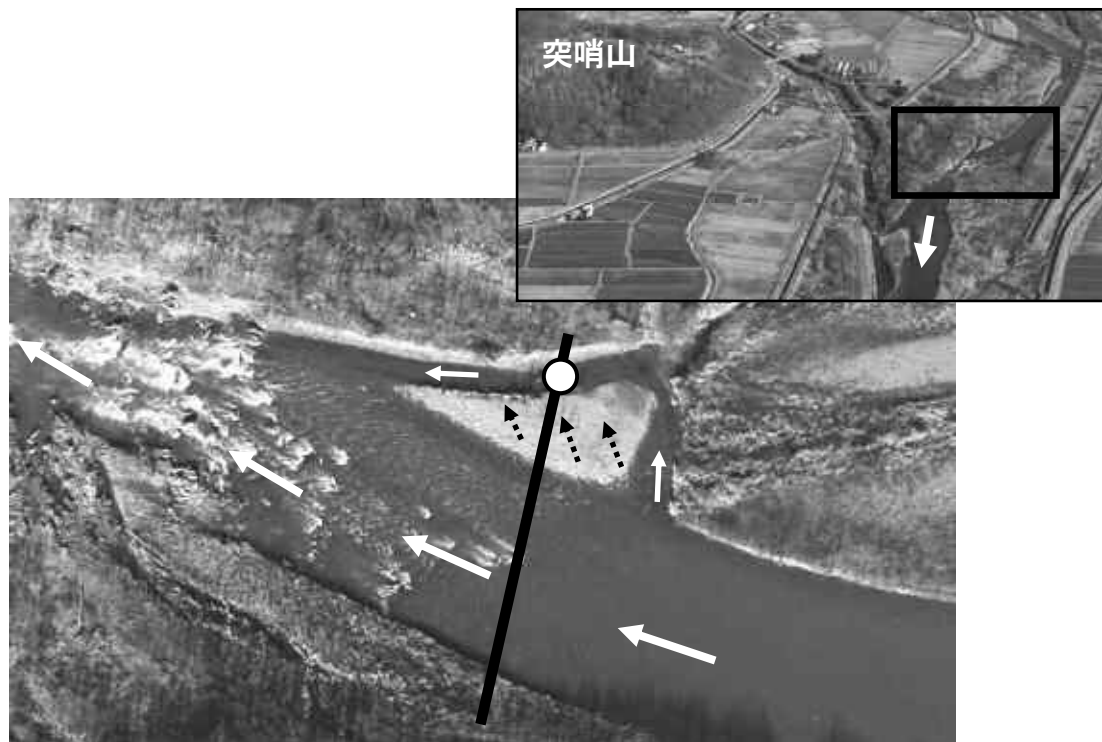


写真 1 石狩川における産卵床周辺の河道形状
 上) 突哨山上流, 下) が米園橋上流の航空写真 (2010 年 10 月撮影)
 ○が産卵床確認地点, 太線は横断側線位置を示す (図 3 参照)。なお, 「矢印の太さ」は
 現地で確認した流量の多寡, 「矢印の方向」は流向を示すものである。

(図4)。

経時変化をみると(図4)、河川水温は観測当初の11月上旬～中旬は5～6℃を示し、11月下旬以降は徐々に河川水温は低下し、12月中旬になって0℃近くまで下がる。12月中旬～水温計回収の1月中旬までは昼夜で0～2℃の範囲で変動を繰り返すのみで低水温の状態が続く。一方、産卵床内の水温については、突哨山上流では河川水が0℃に近いときに産卵床内の水温が河川水より1～2℃高い傾向を示した。栄園橋上流でもわずかながら同様の傾向を示すが、その差は小さい。温度の上下の変動傾向は、突哨山上流、栄園橋上流のいずれの産卵床も河川水温と同様の傾向を示していた。

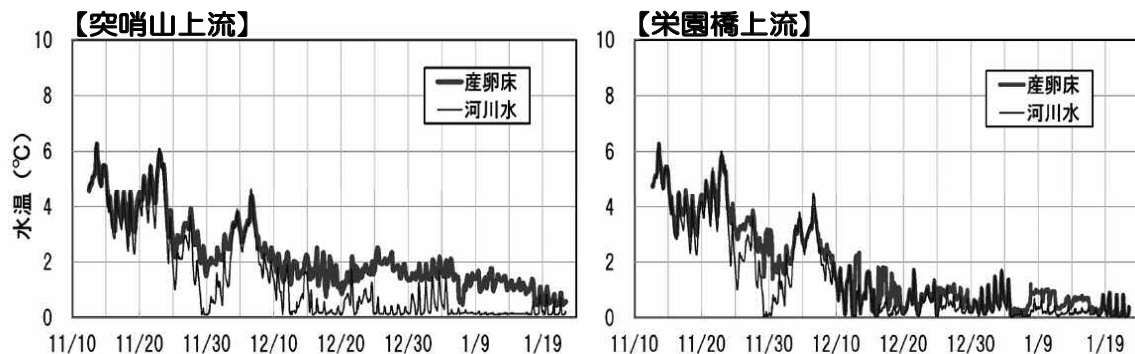


図4 産卵床内および河川水の水温の経時変化

突哨山上流(左)と栄園橋上流(右)の水温の変動は、産卵床内と河川水で同様の傾向を示した。突哨山上流では、河川水が0℃に近い時に産卵床内の水温が1～2℃高かった。一方、栄園橋上流では、河川水と産卵床内の水温差は小さかった。

(3) 卵の生残状況(発眼および仔魚の確認)

産卵床を確認した約2ヵ月後、積算水温が250℃・日に達していると推定された12月において、突哨山上流と栄園橋上流の各1箇所の産卵床から数十粒の卵を掘り出し、発眼状況を確認した。いずれの産卵床からも発眼卵を確認できた(写真2左)。その一方で、原因は不明であるが栄園橋上流の産卵床では、採取した数十粒の卵の約半数が死卵だった。こうした状況を踏まえ、栄園橋上流については、その後の生残状況を確認したところ、2011年3月の段階で、産卵床内から孵化した仔魚を多数、確認することができた(写真2右)。

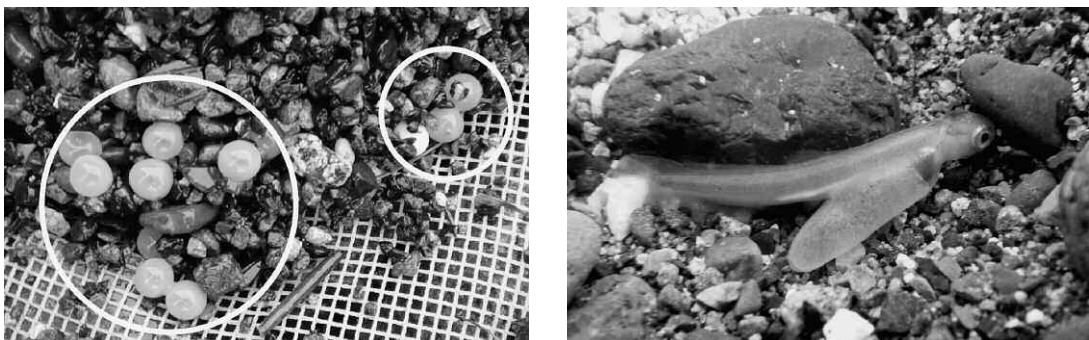


写真2 卵の生残状況

左) 発眼卵：突哨山上流の産卵床の発眼卵(2010. 12. 撮影)。突哨山上流および栄園橋上流のいずれの産卵床においても発眼卵を確認できた。確認は数十粒の卵だけだったが、栄園橋上流の産卵床では、採取した卵の約半数が死卵だった。

右) 仔魚：仔魚の確認は、特に死卵の多かった栄園橋上流の産卵床を対象として行った。多数の孵化した仔魚を確認することができた。(2011. 3. 撮影)

4 考察

4-1 石狩川上流のサケの自然産卵

本調査では、石狩川および忠別川におけるサケの産卵床を確認した(表1)。石狩川は、産卵可能と考えられる範囲が約30kmと広域なため、今回の調査には調査未実施区間(Is-2, Is-5・6)を含む。また、調査回数も忠別川の5回に対し、3回と少なかった。そのほか、石狩川、忠別川ともに流量規模が大きいため流速、水深も大きく、物理的にアクセスが不可能な調査エリアも存在した。さらに、一度に調査できる範囲が限定されるため水位変動等の気象の影響を受けやすく、同時期に適切な調査環境を確保することは困難だった。したがって、実際の石狩川上流の産卵床総数は、今回の調査結果(15床)より多い可能性がある。ただし、石狩川上流へのサケの遡上が回復してから10年程度であること、調査対象河川が市街地を流れる河川でありながら、遡上個体や産卵行動する個体の目撃情報が少ないこと等を考慮すると、オーダーが変わるほどの違いはないと考えられ、その遡上規模は数十個体程度と推察される。

本調査を実施した2010年は大規模放流由来の回帰親魚のうち初年度(2009年)の放流個体の一部(2年魚)の回帰年にあたる。ここで、本年の遡上個体にどの程度、大規模放流由来の親魚が含まれるかについて考える。2年魚の比率は、全体の回帰量の0.1%程度以下とみなされていることが多い。仮にその比率を0.1%とすると、稚魚の放流数50万個体 $\times 4 \sim 5\%$ (近年の一般的な沿岸回帰率(永田2003)) $\times 1/10$ (沿岸から河川への遡上率) $\times 0.1\%$ (2年魚の比率) $= 2 \sim 2.5$ 個体となる。本調査で確認した産卵床数は15床で(表1)、雌雄合わせれば、少なくとも30個体の親魚が遡上していると考えられ、これは大規模放流由来の親魚の推定回帰数より多い。したがって、今回の結果は、大規模放流由来の親魚が回帰する前に、石狩川上流において自然産卵による再生産が回復していたことを示すものである。

近年は、放流に頼らない自然産卵による個体群の再生産の重要性が指摘されている(眞山2004, 帰山2005)。石狩川上流のサケは、河川環境の悪化により一度は絶滅した河川である(旭川市1994, 瀬川2001)。しかし、1980年代以降、旭川市民を中心に稚魚放流が少ないながらも継続されてきたことにより、旧花園頭首工への魚道設置直後から、石狩川上流へのサケの遡上が確認されるようになった(有賀ほか2009, 2010)。石狩川上流は、サケの遡上が回復して約10年が経過した現在、小規模ながらも自然産卵が回復した貴重な事例と言える。

4-2 石狩川上流のサケの産卵環境

サケは、砂泥を含まない砂礫・石礫の底質、水深30cm程度、流速20cm/s程度、伏流水あるいは湧水のある場所を産卵場所を選ぶ(佐野1959, 小林1968, 鈴木1999)。石狩川上流では、調査対象外とした岩盤が露出する区間(Is-2)を除き、砂、砂礫(小礫～大礫)、玉石からなる河床堆積物が分布し、網状を呈する河道内には砂州および多様な流況が形成されている。したがって、サケの産卵にとって適切な河床材料、水深、流速は比較的豊富に存在すると考えられる。

鈴木（1999）は遊楽部川において、屈曲度が高くて瀬・淵構造や分流のある区間、攻撃斜面とは反対の滑走斜面側の淵や平瀬でサケの産卵床が多いことを示し、こうした場所は、河道内に形成された砂州内を浸透する伏流水が、湧出水となって産卵床の分布に影響を与えていることを示唆している。今回、確認した産卵床は、多くが分流に位置し、それ以外の産卵床も流路が湾曲する内側（滑走斜面側）に分布しているものが多かった。したがって、産卵床造成にあたって伏流水を選択した可能性が高い。実際に石狩川の Is-4 区間で確認した産卵場の分流は、主流路との水面差が 40cm ～ 70cm と大きく、砂州を通じた伏流水の浸透による湧出水の存在が推察された（図 3）。

当初、石狩川で確認した Is-4 区間の産卵床は、この区間が、サケが大量に遡上していた明治以前、湧水箇所として産卵が集中した突哨山産卵場（瀬川 2002）に相当することから、湧水の影響を受けていることが予想された。これは、この区間一帯が、上川盆地内に堆積した良透水性の河床堆積物中に伏在する地下水が、石狩川を横断する不透水性の基盤（突哨山から連なる先第山系の基盤岩）によって遮られ、その上流で湧出する湧水機構を有していると考えられたためである（有賀ほか 2009）。事実、区間内の栄園橋下流右岸には、護岸の切れ目より湧水が湧出している。一般に、地下水に由来する湧水は年間を通じてほぼ一定の水温（一般に 6 ～ 10℃）を示す（鈴木 1999）。しかし、今回、確認した産卵床内の水温は、突哨山上流および栄園橋上流のいずれも河川水とほぼ同程度の水温を示し、その変動も河川水に概ね一致していた（図 4）。このことは、産卵床内に河川水が豊富に浸透していることを示すもので、今回の産卵床は、湧水の影響を強く受けていないものと推察される。

これまで、石狩川上流のサケに関しては、産卵場を規定する要因として、特に湧水の重要性が着目され、過去の産卵場（瀬川 2001・2002）や遡上行動（有賀ほか 2009）、大規模放流による河川の生産力を生かした資源回復（鈴木 2010）等について論じられることが多かった。本調査では、突哨山上流および栄園橋上流の産卵床に関して、サンプルは少ないものの、伏流水を選択した産卵床の発眼および孵化までの生残を確認した（写真 2）。このことは、小規模ながらも回復している石狩川上流のサケの自然産卵が、必ずしも湧水のみによって規定されているものではない可能性を示唆している。今回の調査は 2 箇所の事例にすぎない。今後、大規模放流由来のサケが大量に遡上すれば、放流地点以外にも産卵床が広く分散することが予想される。こういった場所がサケの産卵場所に選択されるかに着目し、そのうえで、石狩川上流のサケの再生産のサイクルにとって何が重要かを明らかにしていくことが、今後の石狩川上流における安定的な自然産卵の回復を考えていくうえで重要と考える。

謝辞

調査の実施にあたり、旭川開発建設部治水課の中田悌二氏、岡崎夏恵氏、小森康平氏ほか関係者の方々には大変お世話になった。大雪と石狩の自然を守る会の寺島一男氏には市民放流等に関する貴重な情報をいただいた。野生鮭研究所の小宮山英重氏にはサケの産卵床調査に関して調査方法や調査を行うにあたっての考え方などの指導を

いただいた。そのほか、(社)北海道栽培漁業振興公社技術顧問の眞紘山博士、寒地土木研究所の林田寿文氏、近畿大学水産研究所の津田裕一博士、北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの本多健太郎博士、小原聡氏、オフィスマルマの長谷川雅広氏、(株)野外科学および明治コンサルタント(株)の関係者の方々には技術的アドバイスや現地調査の協力をいただいた。旭川市博物館の瀬川拓郎博士には原稿を読んでいただいたほか、有益なアドバイスをいただいた。ここに記して深謝の意を表します。なお、本研究には平成 22 年度に国土交通省北海道開発局旭川建設部から発注された「石狩川上流自然再生事業検討業務」の成果の一部を使わせていただいた。

引用文献

- 有賀 誠・津田裕一・藤岡 紘・本多健太郎・光永 靖・三原孝二・宮下和士 (2009) 石狩川におけるシロザケ *Oncorhynchus keta* の遡上行動 ―テレメトリーシステムの利用―. 応用生態工学 12 : 119-130.
- 有賀 誠・山田直佳・有賀 望・本多健太郎・津田裕一・宮下和士 (2010) 石狩川中流におけるサケ *Oncorhynchus keta* の自然産卵. 旭川市博物科学館研究報告 3:63-73.
- 有賀 望・鈴木俊哉 (2009) 豊平川のサケ産卵床における環境条件と浮上までの生残率. 水産総合研究センター研究開発情報 salmon 情報 3 : 3-5.
- 旭川市 (1994) 上川盆地の動物たち. 「新旭川市史 第一巻 通史一」(旭川市史編集会議編), pp. 91-98. 旭川市, 北海道.
- 北海道さけ・ますふ化事業百年史編纂委員会 (1998) 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史. 統計編. 河川別サケ・マス捕獲, 産卵, 放流数―石狩川. 205-213.
- 帰山雅秀 (2005) 水辺生態系の物質輸送に果たす遡河回遊魚の役割. 日本生態学会誌 55 : 51-59.
- 小林哲夫 (1968) サケとカラフトマスの産卵環境. 北海道さけ・ますふ化場研報 22 : 7-13.
- 松本勝治・森田共胤・根本 深 (2009) 石狩川上流における河床低下について. 北海道開発技術発表資料.
- 眞山 紘 (2004) さけ・ます類の河川遡上生態と魚道. さけ・ます資源管理センターニュース 13 : 1-7.
- 永田光博 (2003) サケ (シロザケ). 「新 北のさかなたち」(上田吉幸・前田圭司・嶋田 宏・鷹見達也編) pp. 132-137. 北海道新聞社.
- 佐野誠三 (1959) 北日本産サケ属の生態と繁殖について. 北海道さけ・ますふ化場報告 14 : 21-90.
- 鈴木栄治 (2010) 旭川でサケ稚魚 50 万尾を放流―石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験―. 水産総合研究センター研究開発情報 salmon 情報 4 : 22-24.
- 鈴木俊哉 (1999) 遊来部川におけるサケの自然産卵環境調査. さけ・ます資源管理センターニュース 4 : 1-4.

- 瀬川拓郎（2001）上川盆地におけるサケの生態と漁法．旭川市博物館研究報告 7：1-7.
- 瀬川拓郎（2002）富のヒエラルヒーとしてのサケの産卵床．旭川市博物館研究報告 8：13-23.
- 瀬川拓郎（2003）神の魚を追いかけてー石狩川をめぐるアイヌのエコシステム．エコソフィア 11：23-29.

旭川市博物科学館研究報告第 4 号

平成 24 年 (2012 年) 3 月 30 日発行

■編集・発行■

旭川市博物科学館 (館長 南 尚貴)

■旭川市科学館■

〒078-8329 旭川市宮前通東

TEL (0166) 31-3186・FAX (0166) 31-3310

■旭川市博物館■

〒070-8003 旭川市神楽 3 条 7 丁目

TEL (0166) 69-2004・FAX (0166) 69-2001