熊本県球磨郡球磨村大字三ヶ浦地区から産出する黒曜石ガラスの化学組成

向井正幸*

1　はじめに

黒曜石の産地特定方法は，発掘される黒曜石の石器に含まれる微量成分を中心に元素分析を行って，原産地の黒曜石と比較する蛍光X線分析（藁科・東村，1983）が利用されている他，フィッション・トラック法（FT 法）により黒曜石の各原産地の噴出年代と含ウラン濃度を調べ，遺跡から発掘される黒曜石と比較する試み（輿水，1991）など様々な方法によって精力的に調べられてきた。これに対し最近 10 年間では，波長分散型電子プローブマイクロアナライザー（以下，EPMA と呼称）を利用し，黒曜石ガラスの主成分化学組成を測定し，分類する方法も行われている（向井ほか，2000 など）。最近では，特に環日本海における極東アジアをも含めた広範囲にわたる先史時代の人々の交易・交流を明らかにしていく事を目的に，九州地方の黒曜石ガラスの主成分化学組成の分類がなされてきた（向井，2007；向井，2008）。

今回，熊本県球磨郡球磨村大字三ヶ浦地区（通称：白浜地区，以下「白浜地区」と称する）において，これまで転石でしか存在が知られていなかった白浜地区の黒曜石の原産地（露頭）が発見・確認され，新たな組成グループとして認定されたので報告する。

2　黒曜石の産地と産状

今回，EPMA による分析を行った白浜地区 2 箇所における黒曜石試料 19 点（試料番号：白浜 A-1 ～ 14，白浜 B-21 ～ 25）の採取地点と露頭写真等を別図に示した。以下，露頭産状やそこで採取した黒曜石の特徴を記載する。

白浜 A の黒曜石は，宮ノ尾山※1（標高 877.1m）から直線距離にして西北西約 1,110m 付近の露頭から溶岩流の一部分として直接採取した。露頭が存在する沢一帯においても握りこぶし大～人頭大程度の黒曜石を容易に採取できる。黒曜石の新鮮な断面は水に濡れたような輝きを呈し，そこには肉眼で観察できる 1 mm 程度の斜長石の斑晶を確認できる。断面は明瞭な貝殻状断口を示さないため，一般的に知られているような鋭利なガラスの断片にはならない。

白浜 B の黒曜石は，白浜 A に隣接した尾根の斜面に散乱していたものを採取した。白浜 A に比較して肉眼的に透明度がやや高いのが特徴であった。

（※1 宮ノ尾山は熊本県球磨郡球磨村に位置し，熊本県人吉市，鹿児島県伊佐市大口が隣接する場所にある。）

* 旭川市博物科学館

3　黒曜石ガラスの鏡下における観察

調査地域から採取した黒曜石をペトロポキシで約 2.5mm × 4.5mm × 5.0mm 程度の大きさのブロックに固めた後，平面研磨しスライドガラスに接着し，更に約 0.03mm の厚さまで削って薄片を作製し，偏光顕微鏡で観察した。

黒曜石の鏡下における従来の観察では，結晶の量比から，それを比較的多く含むもの（Ｘタイプ）と少量含むもの（Ｇタイプ）の二つのタイプに大きく分けられ，それらは更に，晶子を比較的多く含むもの（Ｘｃタイプ，Ｇｃタイプ）と少量含むもの（Ｘｐタイプ，Ｇｐタイプ）に細分された（向井ほか，2000）。以下，その分類に従い薄片試料 19 点について記載する。

⑴Ｘｃタイプ（試料番号：白浜 A-1 ～ 2，白浜 A-4 ～ 5，白浜 A-7 ～ 8，白浜 A-10 ～ 14，白浜 B-23 ～ 24）13 点

白浜 A-1 は，約 0.5mm 前後の斜長石と，約 0.6mm 前後の黒雲母の斑晶を確認できる。グロビュライトやマーガライトなどの晶子が密集する部分は薄い褐色を呈するが，約 0.01mm 前後の結晶が多い部分は透明度が高く，これらを肉眼で観察した時は層状になって見える。白浜 A-14 は，約 0.65mm の斜長石の斑晶を確認できる他，全体的に晶子も結晶も多い。

⑵Ｘｐタイプ（試料番号：白浜 B-21 ～ 22）2 点

白浜 B-21 は，約 0.2mm ～ 0.7mm 程度の斜長石と約 1.0mm 前後の黒雲母の斑晶を確認できる。白浜 B-22 は，約 0.4mm の黒雲母の斑晶と最大約 0.4mm の斜長石の斑晶を確認できる。双方ともに透明度が高い。

⑶Ｇｃタイプ（試料番号：白浜 A-3，白浜 A-6，白浜 A-9，白浜 B-25）4 点

白浜 A-3 は，約 0.2mm ～ 0.5mm の斜長石の他，0.3mm 程度の黒雲母の斑晶を含む。全体的に褐色を帯びており，0.02mm 程度の斜長石の微小結晶が少量含まれ，それらの間を晶子が埋めている。白浜 A-6 や白浜 A-9 も白浜 A-3 と同様であり，特にトリカイトやグロビュライトなどの晶子が鏡下一面に確認できる。白浜 B-25 は，約 0.8mm 前後の斜長石の斑晶を含む他，ほとんど微斑晶とマーガライトなどの晶子で埋め尽くされている。

4　分析方法

薄片試料を作製した後，更にダイヤモンドペースト（1 μ m）で鏡面研磨し，炭素蒸着を行って分析試料とした。黒曜石ガラスの主成分化学組成は，北海道教育大学旭川校地学教室の EPMA（JEOL-JXA8600）による 10 元素（Si・Ti・Al・Fe・Mn・Mg・Ca・Na・K・Cl）定量分析から得られた。補正は ZAF 法による。測定は，加速電圧 15.0kV，電流値 0.80×10^{-8}A のもとで，Na の損失がないことを十分確認したうえで，電子ビームを径 10 × 10 μ m の範囲に走査させて行った（和田ほか，2003）。一つの試料において，異なる測定領域を分析した。測定時間はピーク 15 秒，バックグラウンド 5 秒の条件で行った。

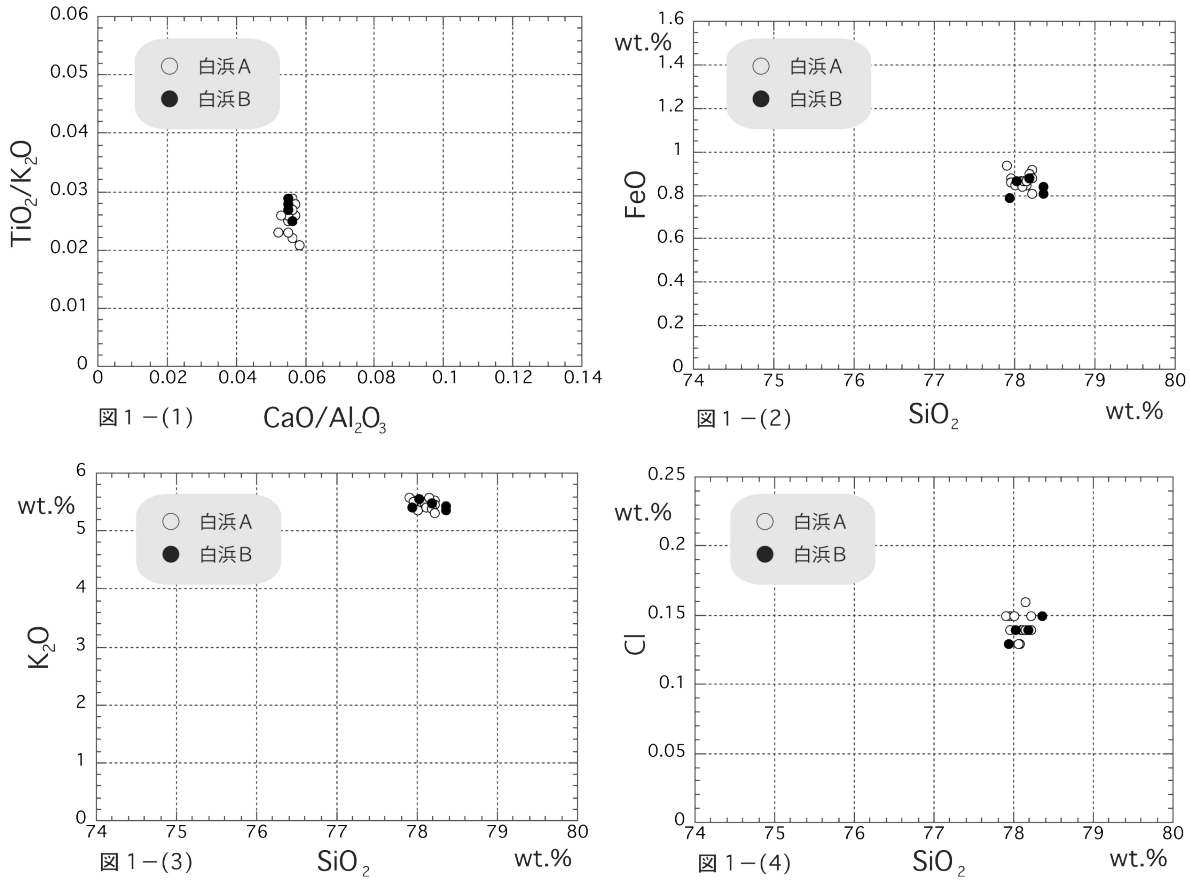


図１　白浜地区における CaO/Al_2O_3-TiO_2/K_2O 及び SiO_2-FeO,K_2O, Cl の関係図.

5　黒曜石ガラスの主成分化学組成

白浜地区２カ所では 19 個の黒曜石ガラス試料を測定した。各試料は，８～ 10 点測定しその平均値をとった。酸化物の重量％の合計は 97.42％～ 100.72％である。付表１には酸化物の重量％の合計を 100％に再計算した化学分析値を示した。

黒曜石ガラスは，SiO_2 が 77.89wt.% から 78.35wt.% までの範囲ですべて流紋岩の組成を示す。

次に，白浜地区における黒曜石ガラスの主成分化学組成を比較・検討した。まず２カ所で採取した黒曜石ガラスを比較するため，CaO/Al_2O_3-TiO_2/K_2O と SiO_2-FeO,K_2O,Cl 関係図を図１に示した。するとそれぞれのグラフにおいてほとんど同じ組成比としてグラフ上にプロットされ，同一の組成グループにまとめることができた。これを「白浜組成グループ」とした。

6　考察

国内における黒曜石の大部分は，粘性度の高い流紋岩～デイサイト質の組成をもつマグマが噴火口から流出後，過冷却の状態になった溶岩が更に冷却する過程において，結晶をほとんど晶出せずに固まったガラスである。従って，マグマ自体の化学組成がそのまま黒曜石ガラスに保持され，その化学組成の違いは，そのまま組成グループご

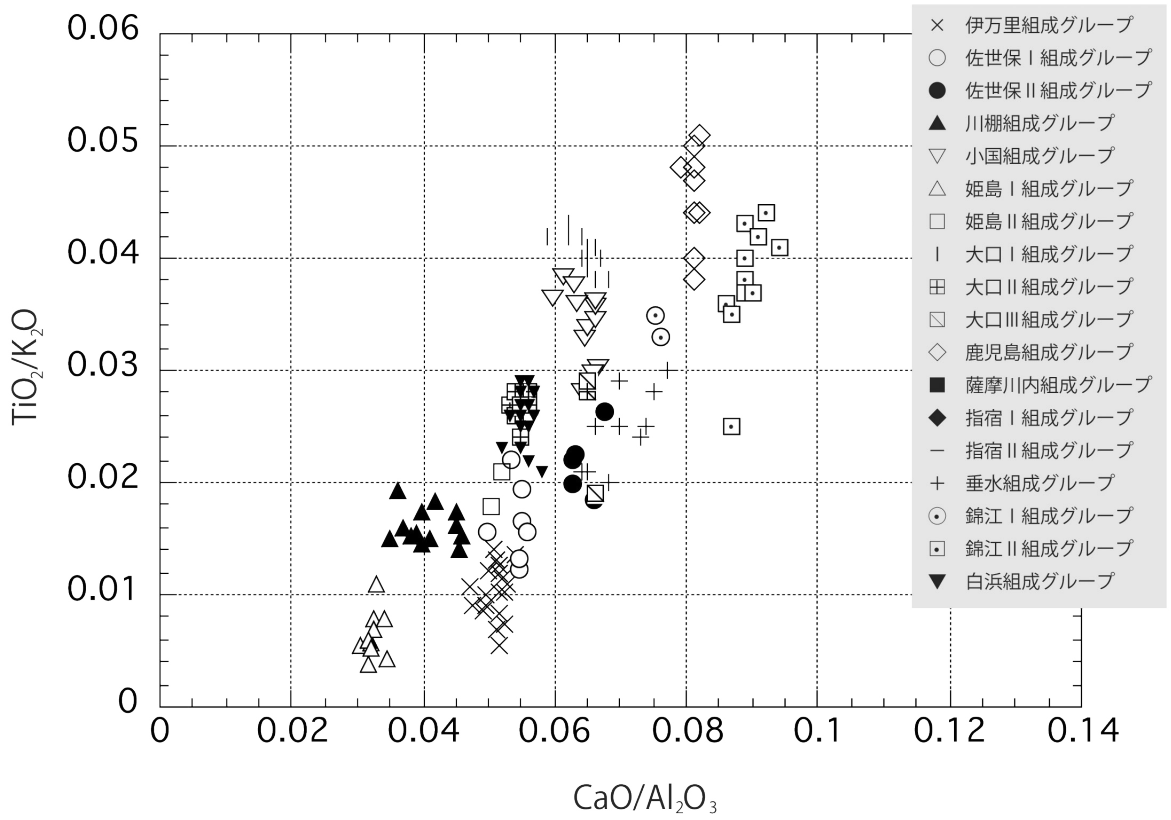


図２　九州地方における CaO/Al_2O_3-TiO_2/K_2O の関係図（一部省略）.

との化学組成の違いになってあらわれていると考えられる。この違いを明瞭に表現したのが，CaO/Al_2O_3-TiO_2/K_2O の関係図であり，黒曜石をつくったマグマの化学組成を示す重要な指標になる。

今回，EPMA によって分析した白浜組成グループが独立した組成グループであるかどうかを確認するため，九州地方における黒曜石の化学組成と比較した（図２, 図３）。すると図２において CaO/Al_2O_3-TiO_2/K_2O が大口Ⅱ組成グループにほぼ一致するが，図３において白浜組成グループの Al_2O_3 値（11.66 ～ 11.86wt.%）が組成グループ中で最も低い値を示すことや，K_2O 値（5.33 ～ 5.58wt.%）が同中で最も高い値を示すことで容易に区別できた。

従って，白浜組成グループは全く新しい独立した組成グループであることが確認され, このことによって九州地方から産出する黒曜石ガラスは, 白浜地区（白浜組成グループ）を含めこれまで未公表の地域を除き，15 地域から 18 組成グループに分類することが確認できた。

引用文献

奥水達司（1991）　名寄市智北４遺跡の年代および同遺跡出土の黒曜石片の原産地．名寄市文化財調査報告書Ⅵ．73-78．名寄市教育委員会.

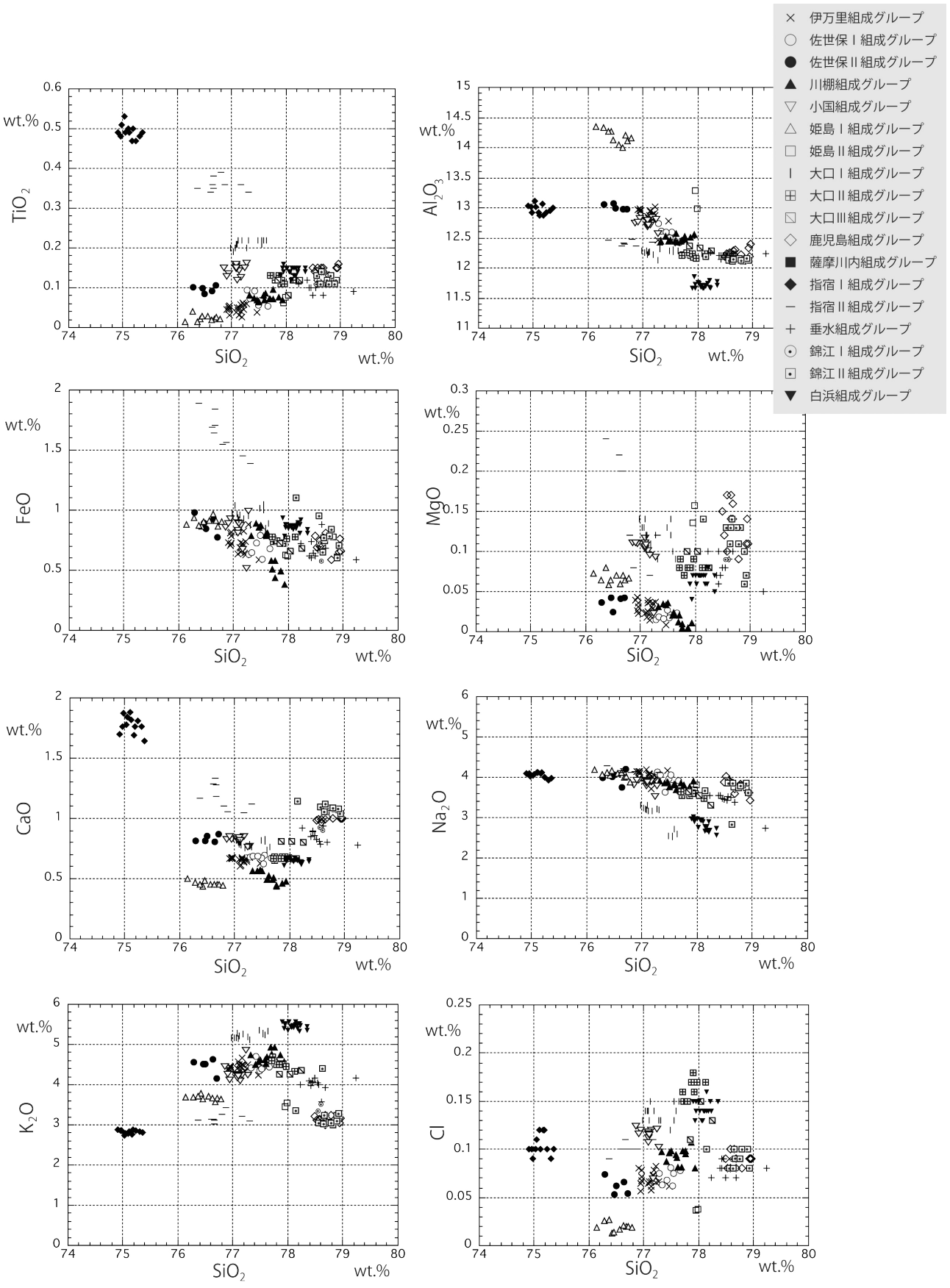


図 3　九州地方における SiO_2 -TiO_2 ,Al_2O_3 ,FeO ,MgO ,CaO ,Na_2O ,K_2O ,Cl の関係図.

向井正幸(2006) 東日本から産出する黒曜石ガラスの化学組成. 旭川市博物館研究報告, No.12, 27-61.
向井正幸 (2007) 九州北部から産出する黒曜石ガラスの化学組成. 旭川市博物館研究報告, No.13, 13-34.
向井正幸(2008) 南九州から産出する黒曜石ガラスの化学組成. 旭川市博物館研究報告, No.14, 1-30.
向井正幸 (2010) 北海道から産出する黒曜石ガラスの化学組成. 旭川市博物科学館研究報告第 2 号, 1-33.
向井正幸・長谷川仁彦・和田恵治 (2000) 旭川周辺地域における黒曜石ガラスの化学組成 －黒曜石の産地特定への適用－. 旭川市博物館研究報告, No.6, 51-64.
和田恵治・向井正幸・武田 修 (2003) EPMA による黒曜石ガラスの主成分化学組成－遺跡出土黒曜石の産地特定：常呂川河口遺跡の例－, 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告第 37 号, 59-70.
藁科哲男・東村武信 (1983) 石器原材の産地分析. 考古学と自然科学, 16：59-89.

謝辞

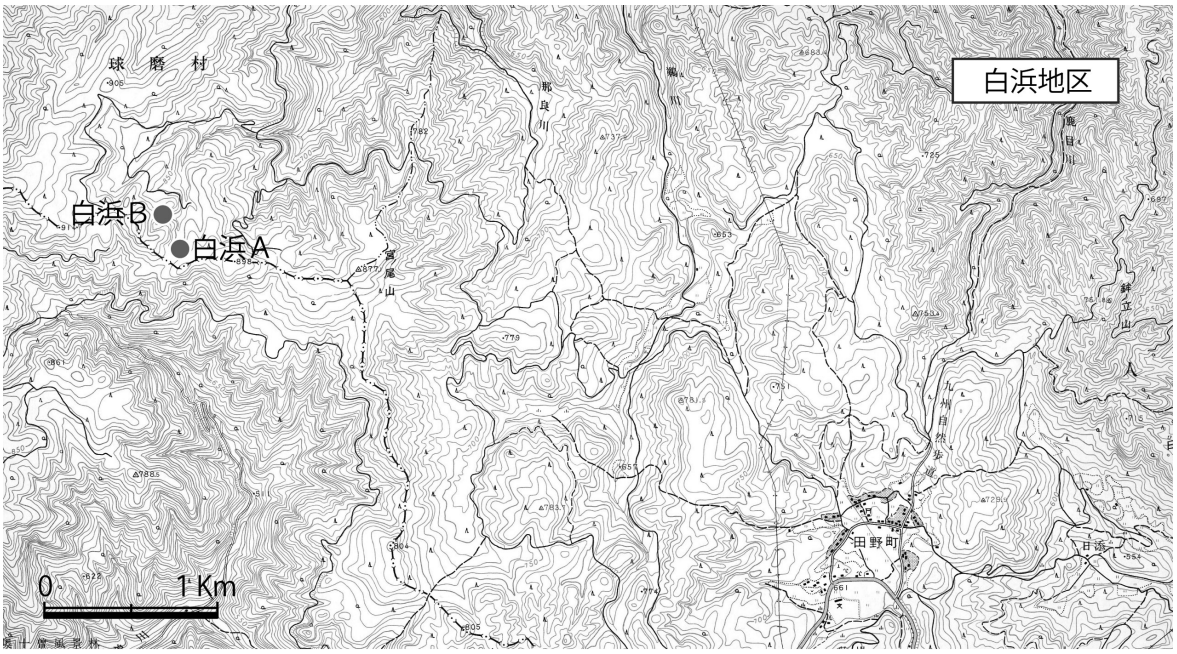
熊本県人吉市在住で「白浜地区黒曜石」の原産地第一発見者である片岡眞実也氏には, これまで終始, 黒曜石の産出地について貴重な情報を提供して頂いた他, 快く現地を案内して頂いた。北海道教育大学教授の和田恵治氏には現地調査へ同行して頂いた他, EPMA (JEOL-JXA8600) の使用に関して特段の便宜をはかっていただき研究全般についてもご指導頂いた。以上の方々に心から深く感謝致します。

なお本研究には, 平成 21 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。

付表１　熊本県球磨郡球磨村大字三ヶ浦地区における黒曜石ガラスの化学分析値.

地域・地方名	球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨	
地区名	三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦	
試料名	白浜（A-1）		白浜（A-2）		白浜（A-3）		白浜（A-4）		白浜（A-5）		白浜（A-6）		白浜（A-7）		白浜（A-8）		白浜（A-9）		白浜（A-10）	
試料番号	100316-01-1		100316-01-2		100316-01-3		100316-01-4		100316-01-5		100316-01-6		100316-01-7		100316-01-8		100316-01-9		100316-01-10	
測定点数	8		10		10		10		10		9		10		10		9		10	
CaO/Al2O3	0.057		0.056		0.052		0.056		0.055		0.055		0.056		0.057		0.058		0.056	
TiO2/K2O	0.026		0.022		0.023		0.029		0.025		0.026		0.025		0.028		0.021		0.027	
組成グループ	白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜	
鏡下分類	Xcタイプ		Xcタイプ		Gcタイプ		Xcタイプ		Xcタイプ		Gcタイプ		Xcタイプ		Xcタイプ		Gcタイプ		Xcタイプ	
SiO2	77.94	0.39	78.14	0.41	77.89	0.22	77.94	0.86	78.21	0.18	78.07	0.31	78.06	0.22	78.00	0.39	78.08	0.29	78.11	0.32
TiO2	0.14	0.02	0.13	0.04	0.13	0.03	0.16	0.03	0.14	0.02	0.14	0.04	0.14	0.05	0.15	0.04	0.12	0.03	0.15	0.03
Al2O3	11.73	0.12	11.70	0.13	11.67	0.13	11.67	0.55	11.79	0.12	11.72	0.10	11.68	0.06	11.77	0.12	11.66	0.10	11.67	0.13
FeO	0.88	0.06	0.85	0.10	0.94	0.08	0.86	0.13	0.81	0.09	0.87	0.09	0.86	0.03	0.85	0.13	0.84	0.13	0.87	0.12
MnO	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
MgO	0.07	0.01	0.07	0.01	0.06	0.02	0.07	0.02	0.06	0.02	0.07	0.01	0.07	0.02	0.07	0.02	0.07	0.02	0.07	0.02
CaO	0.67	0.03	0.65	0.05	0.61	0.03	0.65	0.03	0.64	0.03	0.64	0.03	0.65	0.03	0.67	0.03	0.67	0.03	0.66	0.04
Na2O	2.91	0.15	2.78	0.13	2.98	0.10	2.96	0.24	2.65	0.24	2.92	0.06	2.95	0.07	2.97	0.08	2.95	0.09	2.90	0.10
K2O	5.53	0.17	5.50	0.35	5.58	0.17	5.51	0.27	5.53	0.11	5.44	0.33	5.45	0.19	5.37	0.43	5.48	0.25	5.43	0.13
Cl	0.15	0.02	0.16	0.02	0.15	0.03	0.14	0.04	0.15	0.02	0.13	0.02	0.13	0.02	0.15	0.02	0.14	0.02	0.14	0.02
Total	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	

地域・地方名	球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨		球　磨	
地区名	三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦		三ヶ浦	
試料名	白浜（A-11）		白浜（A-12）		白浜（A-13）		白浜（A-14）		白浜（B-21）		白浜（B-22）		白浜（B-23）		白浜（B-24）		白浜（B-25）	
試料番号	100316-01-11		100316-01-12		100316-01-13		100316-01-14		100316-02-21		100316-02-22		100316-02-23		100316-02-24		100316-02-25	
測定点数	10		10		10		10		10		10		10		10		10	
CaO/Al2O3	0.056		0.055		0.055		0.053		0.055		0.055		0.056		0.055		0.055	
TiO2/K2O	0.027		0.028		0.023		0.026		0.028		0.029		0.025		0.028		0.027	
組成グループ	白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜		白浜	
鏡下分類	Xcタイプ		Xcタイプ		Xcタイプ		Xcタイプ		Xpタイプ		Xpタイプ		Xcタイプ		Xcタイプ		Gcタイプ	
SiO2	78.14	0.28	78.22	0.21	78.17	0.30	78.21	0.45	78.18	0.26	77.93	0.30	78.35	0.39	78.35	0.30	78.02	0.31
TiO2	0.15	0.03	0.15	0.04	0.13	0.03	0.14	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.14	0.03	0.15	0.04	0.15	0.05
Al2O3	11.71	0.13	11.66	0.18	11.75	0.07	11.69	0.10	11.75	0.12	11.86	0.11	11.78	0.09	11.72	0.20	11.74	0.13
FeO	0.87	0.09	0.92	0.05	0.90	0.09	0.88	0.11	0.88	0.13	0.79	0.14	0.81	0.13	0.84	0.10	0.87	0.09
MnO	0.04	0.03	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05	0.02	0.04	0.03	0.04	0.06	0.04	0.02	0.02	0.06	0.05
MgO	0.07	0.02	0.08	0.02	0.07	0.02	0.06	0.02	0.06	0.03	0.04	0.02	0.07	0.03	0.05	0.02	0.06	0.02
CaO	0.66	0.04	0.64	0.02	0.65	0.02	0.62	0.03	0.64	0.02	0.65	0.03	0.66	0.03	0.64	0.06	0.65	0.03
Na2O	2.67	0.09	2.69	0.08	2.79	0.14	2.90	0.24	2.69	0.17	3.03	0.06	2.58	0.08	2.73	0.27	2.77	0.26
K2O	5.58	0.15	5.47	0.19	5.40	0.31	5.33	0.33	5.50	0.15	5.41	0.25	5.45	0.28	5.37	0.20	5.57	0.13
Cl	0.14	0.03	0.14	0.03	0.14	0.02	0.15	0.02	0.14	0.01	0.13	0.02	0.15	0.02	0.15	0.03	0.14	0.02
Total	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	



熊本県球磨郡球磨村大字三ヶ浦地区(通称:白浜地区)における黒曜石の採取地.(国土地理院発行２万５千分の１地形図「大塚」を使用)67％に縮小

写真１　白浜Ａの露頭.熊本県球磨郡球磨村大字三ヶ浦地区(通称:白浜地区)写真中心付近,沢の中央部に黒曜石の露出が見られる。

写真２　白浜Ａの露頭.写真中央部(ハンマー付近)に黒曜石溶岩の露出が見られる.左後方は第一発見者である片岡眞実也氏.

写真３　白浜Ａの産出状況.黒曜石溶岩の露出部分.人頭大の黒曜石の岩塊を容易に採取することができる.

写真４　鏡下の観察では斜長石や黒雲母の斑晶を確認する事ができる.

サラダサイエンス「蛇紋岩を磨こう」（実施報告）

河村　勁[*1]　宮崎武雄[*2]

1　はじめに

講座「サラダサイエンス」は，科学館を支援する団体「サイエンスボランティア旭川」に所属する特別学芸員と科学館職員が講師として実施する，成人対象の講座である。筆者らは，平成２２年度プログラム７回の内，第５回目として表記のテーマを担当した。

ジャモン岩（蛇紋岩）は黒緑色の独特の樹脂光沢をもつ岩石である。岩石名は板状，葉片状の集合体という特徴が蛇のうろこのように見えることに基づく。旭川市街地の西部，神居古潭（かむいこたん）周辺に分布し，石狩川の支流の川原の中に，しばしば手ごろな大きさの転石として見つけることができる。この岩石は単に装飾的な美麗さを越えて，学術的になかなか重大な情報をもつ特異な存在の岩石として知られている。

一方，「磨く」という作業は太古の昔からの祖先伝来の基本的な技であり，ここではその一部を体験的に学ぶという意味も含んでいる。これまでも小学生の中・高学年対象の講座で「石磨き」を取り上げており，いずれも好評であった。

この講座は成人対象なので，ジャモン岩の地学的な解説はそれぞれの興味･関心にまかせて，作業中は聞き流してもらいながら体験学習することを主眼にした。参加者の手元には，各自の理解の範囲内ではあるがそれなりの「物語」のあるジャモン岩片が艶やかな「ペーパーウエイト」となって完成される（図１），という流れのプログラムを試みた。

当日の参加者は，70代の高齢者から30代の方まで男女合わせて12人（ほかにオブザーバー３。欠席者２には後にセットで渡した）であった。これらの方々は，いずれも小学生以上に熱心に解説に耳を傾け，かつ研磨作業に集中していた（図２）。その結果，一人一人が手作りの完成品を持ち帰ることができ，参加者の一同は満足気な表情であった。担当者としても講座のねらいどおり，ほぼ成功であったと思っている。

ここに，講座の概略と配布資料の一部（図３）および関連する補遺を記しておきたい。

2　準備および作業の手順

ジャモン岩片（道路工事のズリ場から採取、ほぼ6 × 4 × 5cm 大,「底」を平らにしたもの），耐水紙やすりセット（＃ 80, 160, 320, 800, 1500 各 100 ～ 150cm^2），仕上げ用コンパウンド（車用），ベニヤ板，新聞紙，雑巾，ボウル，底にはる黒ラシャ布とラベル，竹はし，歯ブラシ以上人数分。新聞紙を机上に広げ，その上にベニヤ板を置く。

（１）説明（ジャモン岩とは何か，ジャモン岩を磨く意義,「磨く」技術についてなど。）

（２）「磨く」作業の留意点

・紙やすりの番数の小さいものが粗い，必ず「粗い」ものから「細かい」ものへ進める。

・紙やすりの「粗いもの」で十分時間をかけ，角を落とし整形する。

[*1] 旭川博物科学館，[*2] サイエンスボランティア旭川特別学芸員，ともに「旭川岩石鉱物趣味の会」所属

・ベニヤ板の上に紙やすりを置き，水で軽く湿らせながらその上で石を擦る*。
・紙やすりの上で，石をしっかりと押さえ往復運動させる。石の向きをときどき 90 度ずつ変えると効率がよい。
・必要に応じて紙やすりを手に持って磨くのもよい。
・石の表面の凹部は，丸棒，はしなどに紙やすりを巻きつけて磨くとよい。

（3）仕上げは，ここでは車磨き用のコンパウンドを用いる。

（4）磨き終わった石は歯ブラシで水洗いし，乾燥の後，底にラベルとラシャ布をはる。

3　石を「研磨する」こと

石を磨く技術は，人類史上すでに旧石器時代に出現している。硬質の石を選んで他の石で擦ることにより先端部を鋭利にし，あるいは全体をなめらかにすることにより抜き取りを容易にし，繰り返し使用できるように工夫している。縄文時代には，このような磨製石器は一般的に普及している。この技術はやがて翡翠（ひすい）や碧玉（へきぎょく）などを素材にした勾玉（まがたま）などを制作する「攻玉技法（こうぎょくぎほう)」として洗練されていく。長い試行錯誤があった中での，専門家集団による磨く技術の発展もさることながら，彼らの石の質や産地を見分ける目の確かさに感心させられる。

磨く技術は，刀剣，漆器などの伝統工芸に限らず，現代においても日本の産業技術のお家芸といわれる光学レンズ，金属加工，中でも金型作製にみられる精密な仕上げ研磨などにおいて伝承されている。 「磨く」という言葉が石に始まり，「腕を磨く」「技を磨く」から人そのものに対して「心を磨く」「人物を磨く」などとも使われるようになったのも，「磨く」技術の効果とその奥深さに基づくものと推察するところである。

4　なぜ「ジャモン岩」を「磨く」のか

ジャモン岩は「神居古潭変成帯」を特徴づける岩石であり，旭川市の神居古潭はこの変成帯の中心である (図 4)。「神居古潭変成帯」は，南北に長く北は宗谷管内知駒岳付近から南は日高管内三石まで約 350km，その幅は数 km と狭く細長い，ジャモン岩と高圧変成岩である結晶片岩からなる帯状の岩石の分布（図 5）をいう。また「神居古潭変成帯」は日本最大のジャモン岩の分布するところでもある（図 6）。神居古潭付近は学術上，世界的にもよく知られているところであり，必然的に研究者がここを訪れることも多い。

中国や韓国では古来より「玉（ぎょく)」とよばれる石が珍重されてきたが，この「玉」の中には本来の「ひすい」のほかに良質のジャモン岩も含まれているという。ジャモン岩は硬度 4 以下であり，玉（硬玉 6.5 ～ 7，軟玉 6 ～ 6.5）に比べると格段に加工が容易であるため，石器時代以来，飾り玉などの素材として用いられている。

このような地質学的に価値ある地域の素材を生かし，地域の人々の文化に何がしかの刺激を与えることができれば，旭川市科学館としても地域の活性化に貢献することになるのではないかと考える。

＊　鉱物粉が空中に飛散しないように，必ず水でぬらした状態で作業する。ジャモン岩中にはアスベストの一種の鉱物クリソタイルを含むことが多い。

5　ジャモン岩とはなにものか

ジャモン岩は変成岩の一種である。神居古潭渓谷の石狩川沿いに筋目も美しい緑っぽく見える結晶片岩類も変成岩であるが，これらはもともと海底にあった岩石が地下で大きな圧力を受けて生じたものである。これに対し，ジャモン岩は地下深部のマントル上部を構成しているカンラン岩が水と反応してできた岩石と考えられている。

野外においては，ジャモン岩の中にしばしばカンラン岩の特徴をもった岩塊が含まれていることがある。また，顕微鏡下でカンラン岩の薄片を見ると特有の網目構造が観察され，カンラン石が部分的にジャモン石化している様子が確かめられる（図７）。

カンラン岩をつくる主要な鉱物がカンラン石であり，化学式 $(Mg,Fe)SiO_2$で表される。（　）の中は，マグネシウム（Mg）と鉄（Fe）とがいろいろな割合で含まれることを意味している。ジャモン岩の色は，マグネシウムが多いとき緑色になり，鉄が多くなると黒っぽくなる。ジャモン岩をつくる鉱物はジャモン石であり，化学式は $(Mg,Fe)_3Si_2O_5(OH)_4$で表される。両者の化学式を比べると，カンラン石がジャモン石に変わるときにジャモン石の構造の中に ２分子相当の水H_2Oが加わっていることがわかる。マグネシウム（Mg）からなるジャモン石について，含まれている水の量を計算すると約13％，鉄(Fe)では約10％になる。もちろん，この「水」は液体としての水ではなく，鉱物の結晶構造の中に取り込まれた「結晶水」である。全質量の１割もの量の水分を内部に取り込む岩石は，普通の火成岩や堆積岩では例がない。

カンラン岩は石材として旭川市内の庭石や公園の張り石としてよく見かける（図８）。それらはすべて日高の様似産のものである。なぜか，そこ以外に石材として利用できるような大規模な岩体はない。マントル上部にある岩石がそのまま地表に露出するような現象は，世界のダイヤモンド鉱山のほかはまれであり，様似のカンラン岩体は世界的にも注目される存在である。

本来，地下深所にあったカンラン岩がどのように変成し，どのような過程を経て地上に達したかはまだ謎が多い。以前は，岩盤に貫入する産出状態からジャモン岩も火成岩の一種とされ「蛇紋岩質マグマ」という用語があった。

結晶構造が緊密で固いカンラン石が，マグマのような1000℃以上にもなる高温度ではなく，400℃程度の低温下で水を取り込みながらジャモン石に変わると，結晶構造も層状の柔らかい構造になる。この状態でジャモン岩が圧力を受けると，内部に無数のすべり面が生じる。このためジャモン岩の発達する地帯はがけ崩れや地すべりが発生しやすく，旧国鉄函館本線や国道５号線のトンネル工事が難航したといわれる。

ジャモン岩の岩質の調査研究は土木開発関係者にとっては現在においても，なお重要な課題となっている。

6　ジャモン岩の由来について

近年、地球上の多くの地学的現象は「プレートテクトニクス理論」により，大局的かつ統一的に解釈され大筋の説明がつくようになっている。ジャモン岩の形成についても，まだ解明すべき課題は多いが，この理論に基づいた議論がなされている。以下この考えに基づきジャモン岩の由来について，一部私見を交えながら述べる。

地球の表面は，厚さ 100 ｋｍくらいある 10 数個の岩板（プレート）に分かれている。これらのプレートは地球内部のマントルの対流により移動する。古い大陸を構成するプレートは安定しておりほとんど動かないが，大陸の破片のようなプレートや海洋のプレートは対流に乗って動く。そうすると大陸のプレートどうしは衝突するし，大陸と海洋のプレートは密度差が大きいため，より密度の小さい大陸プレートの下に密度の大きい海洋プレートが「沈み込む」ことになる。現在の海洋プレートの「沈み込み」の場所が，地表では大陸や列島の海側にある海底の深いみぞ，「海溝」である。神居古潭変成帯は過去の沈み込みの場所であり，かつて海溝のあった場所である。沈み込んだ海洋プレートの先端はマントル上部まで達する。この沈み込みの過程で，深部に至った海洋底の堆積岩や海底火山のゲンブ岩などが大きな圧力を受けて高圧変成岩に変わる。海洋プレートは内部に多くの水を含んでおり，その水がマントル物質に供給される。

プレート移動に伴う岩石破壊・圧力の急激な変化や水の供給は地震やマグマの発生・火山活動の要因となる。マントル上部のカンラン岩が水と反応するとジャモン岩化し，体積膨張，密度低下*による浮力をもつようになる。あるいは「沈み込み帯」の大陸側マントルのくさび「マントルウェッジ」に生じるマントル対流の局部的な反流（沈み込みの向きと逆向きの流れ）などにより，ジャモン岩は地殻上部に押し上げられる。

このときジャモン岩は，沈み込みの過程で引きずり込まれた海溝の堆積物や地下深部の高圧力下で変成作用を受けて形成された海洋底起源の変成岩，さらに浅いところで形成された変成岩，地殻を構成する岩石などの岩塊や破片を取り込みながら，地表近くの割れ目に貫入する。あるいは地表の岩盤を押し上げ割れ目を作りながら貫入してくる（図９）。

神居古潭付近に見られるジャモン岩体は，このような異質な岩片を含むものが多く，研究者はこれらを「ジャモン岩メランジ**」と呼んでいる。地質図上ではジャモン岩の分布は幅狭い帯状のとびとびの分布を示している（図４）が，おそらく地下では一連のものとして連結し一体化しているものと思われる。

一方、同じ神居古潭変成帯に属する幌加内のジャモン岩体は，ほぼ一様な塊状であり異質な岩片を含まない。これらのジャモン岩の由来は，海洋プレートの底の方を構成するハンレイ岩がジャモン岩化したものといわれている。ジャモン岩といえども，その出来かたは一通りではないようだ。

神居古潭変成岩の形成年代は約１億年から 6000 万年前と幅のある結果が出ている。これらの値に幅があるのは，地下深部で変成された岩石が上昇してくる過程で温度・圧力が変わってくるため，より低温・低圧の条件下において安定な鉱物から構成された岩石に再変成されたため，後の年代が測定されているとする考えもある。

ジャモン岩の形成は，おそらくこれらの年代の前半にあたると考えられるが，ジャモン岩のすべてが同じ時期に形成されたともいえず，何回かにわたり形成され複数回にわたって地表付近に侵入してきたと考える方がよいかもしれない。

---

*カンラン岩（カンラン石）の密度 3.3g/㎤に対し，ジャモン岩（ジャモン石）の密度 2.6,g/㎤

**メランジ；混合の意味。起源や年代の異なる岩石が複雑に混ざり合っている状態をさす。　一般には，地質図上で示される規模のものをいうが，実際にはもっと細かいものもある。菓子などのメレンゲと同じ意味。

神居古潭のジャモン岩をよく磨き，その表面を顕微鏡で観察すると，金属光沢をもつ微粒子が多数輝いて見える。これらは金や白金族の合金の微粒子である。これらの微粒子は岩片の全体に散在し，濃集していない。ジャモン岩が溶けた液体として流動するのであれば，これらの重い粒子は沈み濃集するはずである。ジャモン岩が原岩の構造を保ちながら「葉片状」となって「滑動」しながら上昇してきたことに関係があると考えられる。

7　おわりに

解説の冒頭に「賢治が大好きだったジャモン岩」という話をした。宮沢賢治は，早池峰山のジャモン岩体の一部を学友らと五輪峠で「発見」した時の感動を歌に残している。

1923 年夏，賢治は旭川を訪れている*。このときは寒冷地農業に関心があっての途中下車だったとされている。しかし一方，賢治はこの時期すでにジャモン岩に白金族が含まれていること，北海道の河川で砂白金が採取されていることを知っていた。また病床からの友人の手紙に「治ったら一緒にイリドスミン採掘の事業をやろう」と持ちかけてもいる。これらのことなどは個人的にも興味深い事実である。

石を磨くこと自体，大人にとっても素朴に興味深い作業だったようである。参加者からは「この石にそれほどの価値があるとは想像も出来ないことだ。」「これほど真剣に作業に集中したことは最近にない。とても気持ちがよい。」などの感想が寄せられている。

今後も別の素材を用いて「磨き」を作業に入れながら，石の見方について体験する講座を企画したい。

参考文献

益富壽之助 1999. 原色岩石図鑑 全改訂新版． 保育社
R.L.Bonewitz 青木正博訳 2007. 宝石と岩石の大図鑑 . 聖文堂新光社
鈴木 醇 19 55. 5万分の 1 地質図幅「旭川」および同説明書 . 地質調査所
瀬野徹三 2003. プレートテクトニクスの基礎 . 朝倉書店
木村 学 2002. プレート収束帯のテクトニクス学． 東京大学出版会
「北海道の地質と構造運動」編集委員会地学団体研究会札幌支部 1986. 北海道の地質と構造運動 . 地学団体研究会
日本の地質『北海道地方』編集委員会 1993. 日本の地質 1　北海道地方 . 共立出版株式会社
橋本光男 1999. 日本の変成岩． 岩波書店
W.G.Ernst,editor 2004. SERPENTINE AND SERPENTINITES. Bellwether Publishing,Ltd. for the Geological Society of America
石塚英男 1980. 北海道 , 神居古潭構造帯に分布する幌加内ｵﾌｨｵﾗｲﾄの地質 . 地質学雑誌 ,82，2
太田　努 , 榊原正幸 , 板谷徹丸 1993. 北海道神居古潭変成岩類の K-Ar 年代 . 地質学雑誌 ,99,5
渡辺暉夫 1994. 神居古潭変成帯―1 億年を超える変動帯 . 地質ニュース ,478
中川 充 1994． 砂白金の宝庫―北海道はイリジウムの時代 , 地質ニュース ,480
上田誠也 , 水谷 仁 , 笠原順三 , 鳥海光弘 2002.「水惑星の新しい姿」（座談会），特集「地球の中で水は何をしているか」， 科学 ,72,2
宮城一男　1974.　農民の地学者　宮沢賢治．築地書房

* 宮沢賢治「旭川」詩碑 ; 旭川東高等学校（旧旭川中学校）正門東側に，詩の全文が彫られた碑がある。

図1　完成したジャモン岩のペーパーウェイト

図2　講座風景

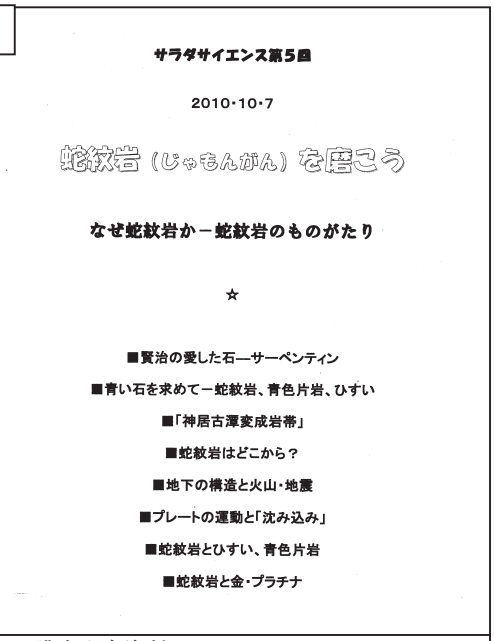


図3　講座配布資料

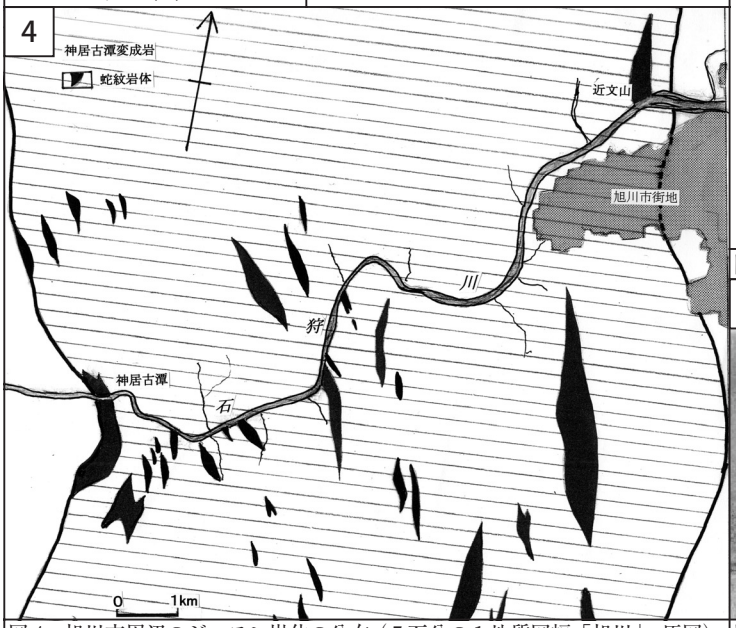


図4　旭川市周辺のジャモン岩体の分布（5万分の1地質図幅「旭川」, 原図）

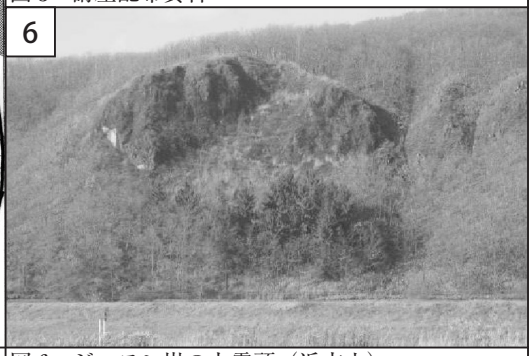


図6　ジャモン岩の大露頭（近文山）

図5　神居古潭変成帯とジャモン岩の分布（渡辺暉夫 1994, 原図）

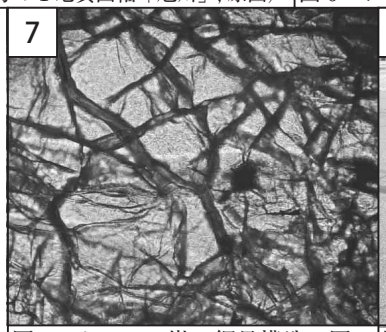


図7　カンラン岩の網目構造、図の下辺は2 mm

図8　宮前公園のカンラン岩

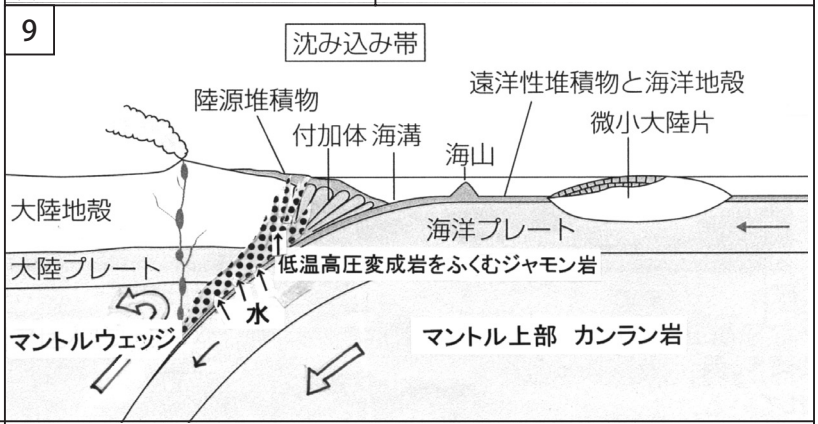


図9「沈み込み帯」とジャモン岩の貫入，概念図（「プレートテクトニクスの基礎」, 加筆）

上川盆地中央部、石狩川河床の腐植質粘土層の花粉分析

中　谷　良　弘*　・　後　藤　弘　侑*

1　はじめに

石狩川は，大雪山国立公園の石狩岳に源流をもち上川盆地を北東から南西方向に横断し神居古潭渓谷へと流れ下る。その石狩川の永山橋から金星橋までの区間には，特徴のある黄橙色粘土～シルト層や砂礫層を交える地層が発達する。(図 1)

この地層は石狩川の侵食・下刻作用の結果露出したもので，盆地床の第四紀完新統や現河床堆積物の下位にあり，第四紀更新統もしくはそれ以前の時代の可能性がある。また，この地層を構成する粘土～シルト層，泥層，砂･礫岩層中に多数の樹木片，葉片，球果，殻斗などの植物遺体，並びに腐植質に富む黒褐色の粘土～泥層が挟在しており，これまで注目されてきた。

筆者は，平成 18 年から石狩川河床に露出する特徴的な黄橙色粘土～シルト層に関心をもち調査を始めた。この地層の一般的な地質層序や植物遺体を記録するとともに，腐植質に富む粘土層の花粉分析を試み，その結果から古環境，古植生などの考察を報告する。

2　地質の概要

上川盆地床を流れる石狩川の永山橋から金星橋の区間約 6 ㎞に露出する地層の一般的な地質層序は下位から順に次の通りである。(図 2)

最下位には礫岩層が堆積する。層厚は観察が可能な限りにおいて約２ｍである。この層は全体として黒褐色を呈し，砂質，礫質にそれぞれ富むところがある。その層中に扁平な倒木など植物遺体を挟在する。

礫岩層の上位に約１ｍの砂層が堆積する。この層は層理が発達し倒木片のほか大径の立木根，球果などの植物遺体を多数挟在する。

また，砂層を被って黄橙色の粘土～シルトが入り混じる泥層が堆積する。層厚は２ｍ程度である。この泥層の一部は腐植質に富む粘土層や砂層に側方変化し，小径の立木根，扁平な大小の倒木，薄層が幾重にも重なる葉片層などを挟在する。本報告の花粉分析を行う層位は，この腐植質に富む粘土層である。(図 3)

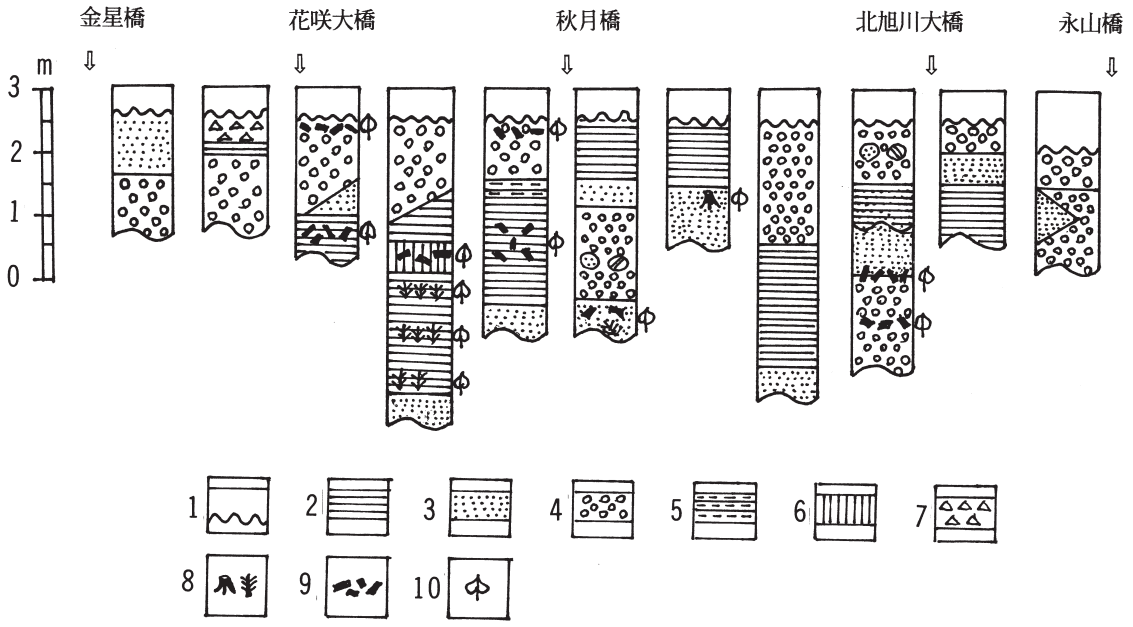
さらに，泥層を不整合に被い層厚１～２ｍの礫層が堆積する。この礫層は最下位の礫層に比較し大径で固結が緩い。層中の一部に倒木片を挟在する。

最上位に１～２ｍの現河床堆積物の泥，砂，礫層が堆積する。

*サイエンスボランティア旭川　特別学芸員

×印：花粉分析の試料採取地点

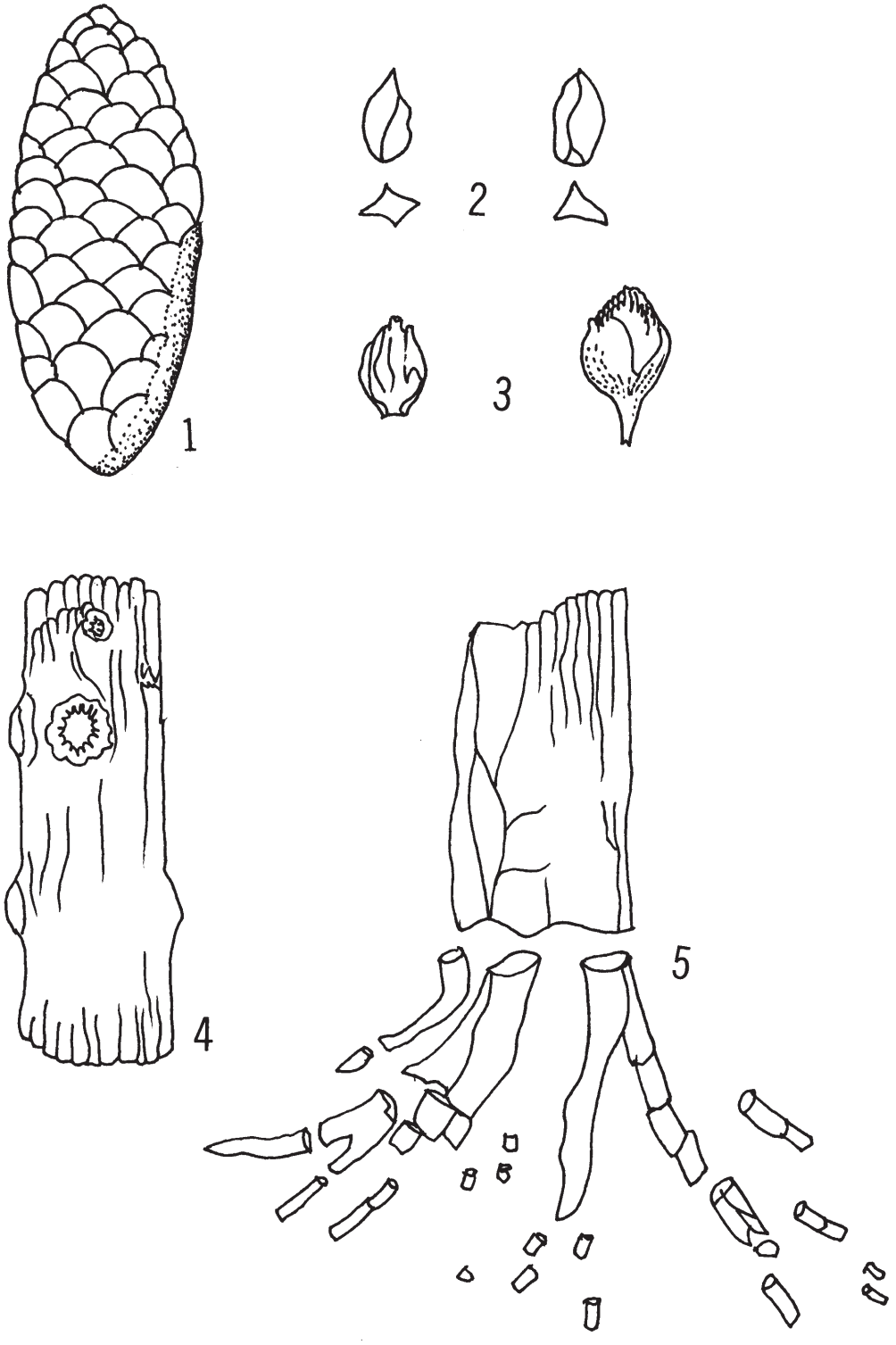
図１　：　調査区域（５万分の１「旭川市全図」 旭川市役所）



１：現河床堆積物　２：粘土・シルト層　３：砂層　４：礫層　５：泥層

６：腐植質粘土層　７：火砕流堆積物　８：立木樹木　９：倒木樹木　１０：植物遺体

図２　：　石狩川・永山橋～金星橋区間の地質柱状図



1：球果　2：種子　3：殻斗　4：樹幹　5：樹根

1～3（1／1）　4・5（1／20）

図3　：　石狩川・永山橋～金星橋区間産出の植物遺体

3　花粉分析試料の採取

花粉分析に用いた腐植質に富む粘土層の試料は，旭川市花咲町７丁目，国立道北病院裏手の石狩川右岸の河床，標高約 115 mに位置する露頭より採取した。

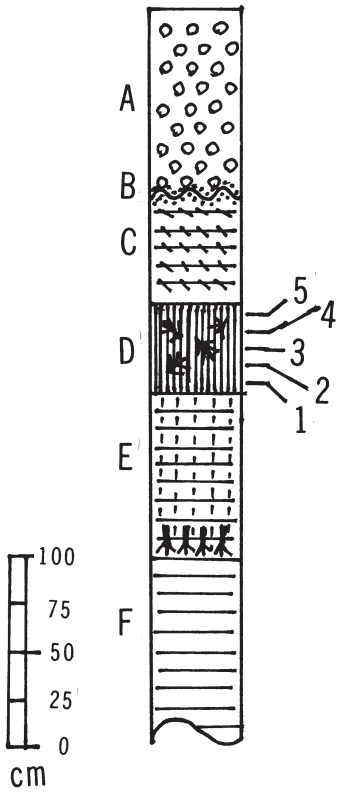
試料を採取した地点の地質層序は下位から順に次の通りである。（図 4）

最下位は，黄橙色の粘土～シルト層が堆積し層厚が１mを超える。この層は水平の層理面をもち，色調は外見が黄橙色で内部が青灰色を示す。また，その上位には，層厚が 0.8 m，青灰色の粘土～シルト層が堆積する。この層は塊状で柱状構造（縦方向の割れ目）をもつ。その層中に立木の小根，樹幹が見られる。

上記２層の粘土～シルト層を被って腐植質粘土層が堆積し，層厚 0.5 mである。この層は黒褐色で炭化物，樹木片，腐植などを多含する粘土層で，花粉分析試料は，この層の下部から順に 0.1 m間隔で５つの層準から採取した。その試料番号は下位から上位へ順にＬ１，Ｌ２，Ｌ３，Ｌ４，Ｌ５とする。

また，腐植質粘土層を被って，表面が赤褐色化する灰色粘土層が堆積し砂礫層に側方変化する。その層厚は１～ 1.5 mで，粘土層は成層しているが粒状，ブロック状に崩壊し，砂礫層は葉理が発達する。この層の上面には赤鉄鉱が沈着し薄層を成す。

さらに，その上位は不整合面を挟んで，層厚１～２mの現河床堆積物である砂礫層が堆積する。



A：現河床堆積物（100 ㎝）
B：赤褐色酸化鉄薄層（不整合面）
C：灰色粘土層（60 ～ 150 ㎝）
D：腐植質粘土層（50 ㎝）
＜花粉分析試料採取番号＞
５：Ｌ５
４：Ｌ４
３：Ｌ３
２：Ｌ２
１：Ｌ１
E：青灰色シルト・粘土層（80 ㎝）
F：黄橙色粘土層（100 ㎝＋）

図４　：　花粉分析試料採取地点の地質柱状図と試料番号

4　花粉分析法

本調査では，星野フサ・木村方一両氏の花粉分析法（「北海道５万年史」1980 年）を参照し，その一部を変更して実施した。以下はその概要である。

分析は，一つの層準ごとに，試料を４分法により２分し，それを 100cc ビーカー２個に分けて入れ，筆者２人が別々に同時並行で化学処理を行った。

１）腐植酸除去処理

①100 ccビーカー１杯の試料に２％の水酸化カリウム水溶液を加え１週間浸す。

②水溶液中の試料を粉砕し茶こしでこし，ろ液をジョッキに集める。

２）花粉より小さな粒子の除去処理

①ジョッキに水を加え攪拌，放置する。

②ジョッキの上澄が透通るまで１日２回上澄を棄て，１週間程度傾斜法を繰り返す。

３）鉱物を溶かす処理

①ジョッキの残渣を 500cc ビーカーに移し，混酸をその１/10 容量加え加熱する。
　混酸（塩酸 20cc，硝酸 20cc，水 20 ～ 30cc の割合に混ぜる水溶液）

②冷却後，水を加えて攪拌し５分間放置する。

③傾斜法で上澄を２～３回流す。

４）腐植酸などの除去処理

①残渣に２％水酸化カリウム水溶液 20cc を加え加熱し２分間沸騰させる。

②冷却後，残渣をジョッキに移し水を加え攪拌する。

③上澄が透通るまで，１日２回，１週間程度傾斜法を繰り返す。

５）砂粒の除去処理

①ジョッキの残渣を湯のみ茶碗を使い，花粉を沈殿，濃縮する。

②濃縮した残渣を薬瓶に保存する。

③フッ化水素酸による処理を省略する。

６）花粉以外の植物質除去処理＜アセトリシス法＞

①上澄を捨てた残渣に酢酸３cc を加え攪拌後，遠心分離し上澄の酢酸を取り除く。

②無水酢酸９容と濃硫酸１容混ぜ合わせたものを遠心管の残渣の２～３倍の量を加え攪拌し，70 ～ 80℃で数分間湯煎する。

③遠心分離後に上澄を捨て，酢酸を加え再度上澄みを捨てる。

７）試料（残渣）の保管

①アセトリシス法処理後の残渣を試薬瓶又は遠心管に保管する。

5　化石花粉の分析結果

筆者らは分析の偏りを避けるため，試料を二分して別々に化学処理し，同様に別々に化石花粉の同定・集計処理を試みた。分析者２名の化石花粉の同定した種類はほぼ同じであるが，その構成割合には開きが見られた。（表 1）

化石花粉の同定に当たっては，上川盆地及び近隣地域の調査研究報告書，並びに専門書，解説書などの写真や図版を参照した。また，化石花粉の同定・集計処理は，光学顕微鏡の 400 倍，800 倍を用いて，双子葉植物・単子葉植物・裸子植物の花粉，特徴あるシダ植物の胞子などの 200 個を数え基数とした。

花粉分析の結果，本調査地点の腐植質粘土層から検出した花粉・胞子の種類は次の通りである。

1）裸子植物　モミ属，トウヒ属，マツ属，カラマツ属，スギ科
2）双子葉植物
　コナラ属，ブナ属，シナノキ属，カエデ属，ヤナギ属，クリ属，クルミ属・サワグルミ属，ニレ属・ケヤキ属，カバノキ属，ハンノキ属
3）単子葉植物　イネ科
4）シダ植物　ウラボシ科

花　粉　名	分　析　Ⅰ					分　析　Ⅱ				
	L1	L2	L3	L4	L5	L1	L2	L3	L4	L5
モミ属	－	2.0	5.0	5.0	－	－	0.9	13.3	8.1	0.9
トウヒ属	1.0	2.0	7.5	3.5	1.5	0.9	1.4	4.3	2.1	0.9
マツ属	3.0	24.0	7.5	9.0	11.0	6.7	9.1	11.0	6.8	6.9
スギ科	36.5	29.0	29.5	26.5	48.0	51.3	55.4	42.3	52.6	50.4
カラマツ属	1.5	－	－	－	0.5	5.4	2.7	0.5	0.9	－
コナラ属	0.5	－	1.0	0.5	－	－	－	－	－	－
ブナ属	＋	－	＋	－	－	－	－	－	－	－
シナノキ属	2.0	－	－	－	－	1.3	0.9	－	－	－
カエデ属	1.5	－	－	－	－	－	－	－	－	－
ヤナギ属	4.0	－	1.0	0.5	1.5	2.2	0.9	0.5	0.9	0.9
クリ属	2.0	－	－	0.5	－	3.6	1.8	－	0.4	0.5
クルミ属･サワグルミ属	7.0	9.0	19.0	6.5	10.5	2.2	3.7	5.7	3.4	4.6
ニレ属･ケヤキ属	0.5	－	0.5	－	－	－	1.8	－	－	－
カバノキ属	0.5	2.5	0.5	2.5	－	－	－	1.4	1.7	2.3
ハンノキ属	38.0	28.0	24.5	38.0	25.0	22.8	17.8	16.7	20.9	32.1
イネ科	2.0	1.5	2.5	1.0	1.0	1.8	2.7	1.4	1.3	－
ウラボシ科	＋	2.0	＋	6.5	1.0	1.8	0.9	2.9	0.9	0.5

＋：若干の存在を確認したもの　　(%)

表１　：　腐植質粘土層層位別の化石花粉構成

化石花粉の構成についてみると，全体を通して裸子植物は冷温帯・湿潤種のスギ科が 26% から 50% を超す高率を占め，冷涼種のマツ属，トウヒ属，モミ属は合わせて最大限約 25% の範囲である。

また，双子葉植物は，冷温帯種のナラ属，ブナ属が極少数みられ，温暖な気候下のクルミ属・サワグルミ属が 7 ～ 19% の範囲を占める。また，好湿地性のハンノキ属が 16 ～ 38% と高率でヤナギ属 1 ～ 4% もみられる。他の属もそれぞれ数 % の範囲を占める。その他に，イネ科は 1 ～ 2%，ウラボシ科は 1 ～ 6% の範囲を占める。

化石花粉構成の変遷について際立つ変化はない。大まかにみればヤナギ属・ハンノキ属の減少傾向，クルミ属・サワグルミ属の増加傾向がみられる。

6　考　察

1）化石花粉の構成と古植生，古環境

現在，冷温帯種のスギは青森県に，ブナは黒松内低地帯に北限をもつ。

石狩川河床の腐植質粘土層の化石花粉の構成から，上川盆地にスギが出現する時代は，スギ科，ブナ属など冷温帯種はマツ属，トウヒ属，モミ属など冷涼種より優勢な傾向にあり，現在より温暖で，暖冬・多雨な気候下にあった。さらに，この地域には冷温帯種のスギ科にくわえ温帯落葉広葉樹種，近隣の丘陵や山岳地帯に冷涼種の裸子植物が生育する森林の構成を推測する。

2）これまでの調査研究成果との比較

井口休夫（1967）による上川町白川褐炭層の花粉分析では，スギ科，コナラ属，ヤナギ属に加えてハンノキ属が 20 ～ 80%の割合を占める。スギ科は 10%未満で，他の裸子植物はみられない。この褐炭層を挟む白川層は新第三紀鮮新世の白滝層に対比されるが，中新世の羽幌夾炭層の花粉構成（佐藤誠司 1958）に近いとした。

筆者らの分析結果と比較すると，白川褐炭層はマツ属，トウヒ属，モミ属が全く見られない点が大きく異なり，冷温種のスギ科，好湿地性のヤナギ属，ハンノキ属などが優占し，石狩川河床の腐植質粘土層の時代より一層の温暖，湿潤な気候下にある森林の構成を示す。

また，井口（1969）による旭山山麓ペーパン川沿の泥炭層の花粉分析では，主要樹種にモミ属，マツ属，トウヒ属などが 40%に達し，カバノキ属，ハンノキ属，コナラ属などを伴う森林構成で，ツガ属，スギ科，カラマツ属，ブナ属，クリ属，カエデ属を含むなど，現在よりやや温暖な気候下であったとする。その時代は，現在より気温の高かった後氷期の川南期（坂口豊による）あたりか，あるいは構成樹種から洪積世の所産とするのが妥当とした。

筆者らの分析結果と比較すると，ペーパン川沿泥炭層は化石花粉の種類が類似しているが，モミ属，マツ属，トウヒ属などの割合が大きく，スギ科（スギ属），ハンノキ属の割合が小さいところが異なる。石狩川河床の腐植質粘土層の時代よりやや冷涼，乾燥した気候下にあったことを示す。

7　おわりに

本調査は，第三紀末から第四紀にわたると推測する上川盆地中央部，石狩川河床に分布する腐植質粘土層の花粉分析で化石花粉の種類・構成，それに基づく古環境，古植生を考察した。

しかし，現時点で調査地点に分布する地層の地質年代が明らかでなく，その位置づけは不十分である。今後，樹木，葉片，種子などの大型植物遺体との比較検討，示準化石の探索，理化学的な年代測定などの調査を合わせて行い総合的に考察する必要がある。

上川盆地における化石花粉分析結果の資料は少ないが，井口休夫氏は，大雪火山周縁の堆積物の花粉分析学的研究を行った。その対象は新生代第三紀～第四紀の堆積物で，主な調査地点は旭川市，上川町，鷹栖町などである。また，五十嵐八枝子氏は，近隣の剣淵盆地，富良野盆地をはじめ，上川盆地の大雪山山麓忠別川中流域，東鷹栖町で花粉分析を行い，約２万年間の植生の変遷について調査研究を行った。

筆者らは未調査である石狩川の河床における腐植質粘土層の化石花粉分析を行い，井口，五十嵐両氏が行った上川盆地の調査研究地点の報告に照らし，比較検討した。今後，井口，五十嵐両氏の資料と合わせて，上川盆地の第三紀から第四紀にかけて植生の変遷を考察したい。

参考文献

北海道の化石編集委員会（1964）北海道の化石　163p.　北海道地学教育連絡会

星野フサ・木村方一（1980）北海道５万年史　ＩＫ　花粉分析法　115～137　郷土と科学編集委員会

フカガワクジラ発掘調査団（1982）深川産クジラ化石発掘調査報告書　Ⅳ花粉・胞子化石　43～47　深川市教育委員会

五十嵐八枝子（1990）石狩低地帯の化石（花粉・胞子１）8p.　日本化石集第 62 集

五十嵐八枝子・野地正保（1991）ボーリング・コアの岩相解析・花粉分析による大雪山山麓における最終氷期後期以降の古環境復元　日本地質学会北海道支部支部報２　29～30

井口　休夫（1956）層雲峡陸満附近第四紀層の花粉分析　北海道学芸大学紀要第７巻　６号　118～123

井口　休夫（1958a）十勝熔結凝灰岩様岩石中の花粉について　北海道学芸大学紀要　第９巻１号　223～229

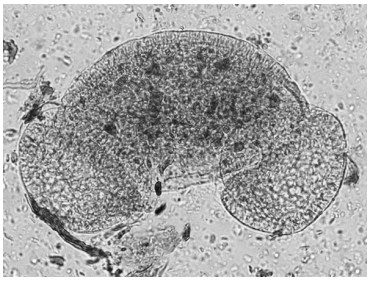
井口　休夫（1958b）旭川周縁の十勝熔結凝灰岩中の花粉について　北海道学芸大学紀要　第９巻２号　107～111

井口　休夫（1959a）柱状節理ある十勝熔結凝灰岩中の花粉について　地質学雑誌短報　第 65 巻 768 号　568～569

井口　休夫（1959b）旭川市周縁洪積層の花粉分析学的研究　鷹栖村円山附近溶結凝灰岩様岩石の花粉分析　旭川郷土博物館研究報告　第１号　11～15

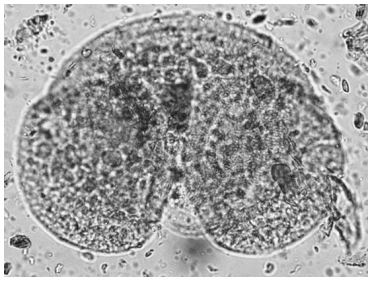
井口　休夫（1962）大雪火山周縁の堆積岩及び変成岩の花粉分析学的研究　北海道
学芸大学大雪山科学研究所報告　第1巻第1号　41 ～ 43
井口　休夫（1966）大雪山周縁堆積物の花粉分析学的研究　第2報　旭川市ペーパン川沿い
に分布する泥炭層の花粉分析　北海道教育大学大雪山科学研究所
報告　第5号　25 ～ 29
井口　休夫（1967）大雪火山周縁の堆積物の花粉分析学的研究　白川褐炭の花粉分析
北海道教育大学大雪山科学研究所報告　第6号　19 ～ 22
井口　休夫（1973）旭川春光台第4紀層の花粉分析学的研究　旭川郷土博物館研究報告
第9号　1 ～ 6
北川芳男・中村　斎・矢野牧夫・中田幹雄・三木紀雄・森田知忠・赤松守雄・山田悟郎・
小林幸雄（1974）野幌丘陵周辺の第四紀に関する諸問題　57 ～ 82　北海道開拓記念館
研究年報　第3号
北川芳男・湊　正雄・橋本誠二・藤原嘉樹・三谷勝利・高橋功二・松下勝秀・熊野純男
・五十嵐八枝子・松沢逸巳（1977）北海道の内陸盆地ーとくに前期更新世の陸成層の分布と
層序ー地質学論集第14号　1 ～ 9　日本の第四紀内陸盆地日本地質学会
小畠　郁生（1979）化石鑑定のガイド　204p. 朝倉書店
島倉巳三郎（1971）日本のおもな第四紀花粉化石Ⅰ　23p.　日本化石集第18集
下野　　洋（1978）「花粉化石の調べ方」地学の調べ方　150-177　コロナ社
鈴木紘一・佐藤真由美・中谷良弘・岡本真由美・舟橋　健・成田一芳・河村　勁・小野理子
（2010）石狩川河床の植物遺体について　旭川市博物科学館研究報告第2号55 ～ 59
タキカワカイギュウ関連地質調査団（1984）タキカワカイギュウ調査研究報告書
Ⅹ花粉・胞子化石　91 ～ 109　滝川市教育委員会
徳永重元・大森昌衛（1973）古生物学各論第1巻　植物化石　251p.　築地書館

第Ⅰ図版　石狩川河床、腐植質粘土層の主な化石花粉



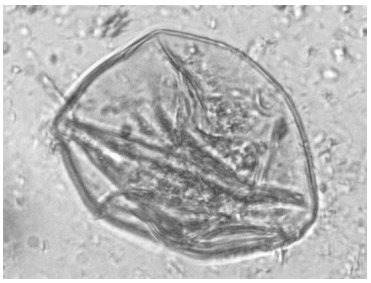
1　モミ属

2　トウヒ属

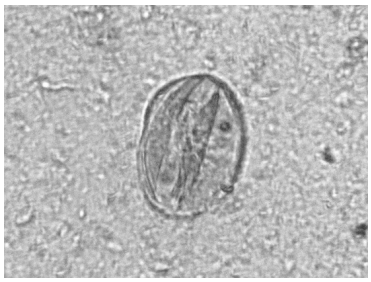


3　マツ属

4　スギ科



5　カラマツ属



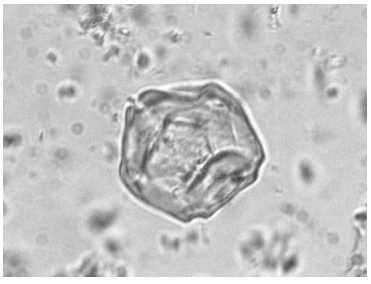
6　コナラ属

7　ブナ属

8　シナノキ属

9　ヤナギ属

10　クルミ属



11　ハンノキ属

1・2：200 倍
3～11：400 倍

第Ⅱ図版　石狩川河床の地層・植物遺体

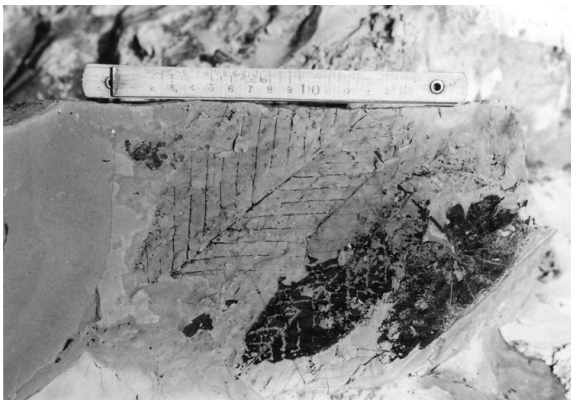
1　黄橙色のシルト～粘土層
（旭川大橋下流）

2　葉片を挟在するシルト層
（秋月橋上流）

3　樹木片を挟在するシルト～砂層
（秋月橋下流）

4　花粉分析試料採取の腐植質
粘土層　　（国立病院裏手）

5　粘土層中の双子葉植物の葉片
（秋月橋下流）



6　同　左

旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について

磯 清志*1・出羽 寛*2・成田 一芳*3・舟橋 健*3・南 尚貴*4・山本 和生*4・篠原 隆明*4

1　はじめに

旭川市科学館は，2005 年 7 月 23 日に旭川市常磐公園から旭川市宮前通に移転開館した。科学館の敷地の一部約 5,000 ㎡は，在来樹木の植栽，トンボ池の造成をとおして周辺に生息する生き物を誘導し，自然観察をはじめ各種の野外活動を実施するための野外自然観察空間と位置づけている。

2003 年, 新科学館の土地造成工事に先立ち敷地内の生態系調査を行い, 植物 107 種（帰化率 49.5%），鳥類 11 種，昆虫 46 種，ネズミ類ではエゾヤチネズミが記録された（石川ほか　2004）。以後，植物については 2008 年まで毎年，鳥類及びほ乳類については隔年で調査を実施してきた（磯ほか　2007，2009，成田ほか　2008）。

今回，経年調査の一環として調査を実施したので，以下にその結果を報告する。

2　調査地と調査方法

調査は 2010 年に磯，出羽，成田，舟橋，南，山本，篠原の 7 名が行った。調査対象地は科学館の敷地を中心とし，対象分野によっては隣接する場所も調査した。

各分野の調査方法及び調査時期は以下のとおりである。

（1）植物

調査地は，自然観察空間を植樹地とトンボ池周辺（池内とその岸辺）に分けて行った（磯　清志ほか　2007，2009，成田一芳ほか　2008）。

図 1　植物調査区

*1 北海道旭川農業高等学校　*2 旭川大学名誉教授　*3 サイエンスボランティア旭川特別学芸員

*4 旭川市博物科学館

調査は，2010 年 6 月 10 日，9 月 9 日に調査地を踏査し，生育する植物（植栽樹を除く）を記録した。また，8 月 10 日には植物各種の定量的な知見を得るため，調査地内に東西方向，南北方向それぞれに 30m，幅 15 ㎝の帯状区（図 1）を設定し，生育する植物種の株数を記録した。

（2）小型ほ乳類

調査区の概要

調査区は前回 2003 年の調査時と同じＡ区，Ｂ区，Ｃ区，Ｄ区の 4 箇所である（図 2）。

図 2　小型ほ乳類調査区

調査区はこれまでと同様，Ａ区，Ｂ区，Ｃ区，Ｄ区の 4 ヶ所であるが，Ａ区は煉瓦造りの建物が市民活動交流センターとしての整備がなされ，調査区内の植生が消滅したため調査は行わなかった。

Ｂ区　―　細長い小林地で樹種はニセアカシア，ヤナギ，シラカンバの若齢木が多い。林床植生は草丈が 1 ～ 1.5 メートル程のオオアワダチソウ，オオヨモギとイネ科植物の密生地が多い。樹間閉鎖度 27.8%、林床植被率 74.7%。

Ｃ区　―　トンボ池のある半円形の草地で，イネ科植物とオオヨモギ，オオアワダチソウ等が密生している。2008 年の調査時まではイネ科植物が中心で，草丈は低かったが，今回はオオアワダチソウやオオヨモギ等草丈が高く，より密生した植生に変化している。樹間閉鎖度 3.2%，林床植被率 92.7%。

Ｄ区　―　ポプラ sp. の大径木が列状にあり，サクラ，イタヤカエデ，トドマツが混じる。林床植生は貧弱な部分もあるが，クマイザサ，オオアワダチソウ等が密生する

部分も多い。樹間閉鎖度 50.9%，林床植被率 64.5%。

調査方法

捕獲調査はこれまでと同様に生け捕りワナ（餌はエン麦）を使用した。B区に 16 個、C区とD区にそれぞれ 11 個，合計 38 個のワナを 10 メートル間隔で曲線状に設置，10 月 25 ～ 27 日まで 3 日間の捕獲作業を行った。捕獲した個体は種, 性, 繁殖状態を判別, 体重を測定し指切りによって個体識別をした後にその場所で放逐した。

なお, この捕獲調査は北海道鳥獣捕獲許可第 612 号（上川総合振興局）により行った。

（3）鳥類

調査方法は過去 2 回の調査（2006 年，2008 年）と同様に行った（磯他 2007，2009）。繁殖期は 6 月 29 日に，越冬期は 11 月 21 日に実施した。

（4）昆虫

調査は，自然観察空間を含む科学館敷地内で，見つけ捕りを中心に，ピットホールトラップ，すくい網法など，4 月から 10 月にかけて実施した。

3　調査結果と考察

（1）植物

調査の結果，植樹地から 68 種，トンボ池周辺から 33 種，両地域あわせて 85 種が記録された（**表 1**）。2008 年の調査と比較すると，植樹地が 7 種，池周辺が 23 種，全体では 14 種少なかった。植物種の配列は環境庁自然保護局編「自然環境保全基準調査植物目録」（1994）などに基づいた。

記録された植物のうち帰化植物は，植樹地で 31 種，池周辺からは 11 種，両地域あわせて 32 種が記録され，帰化率は 37.6％だった。2008 年の調査との比較では，植樹地が 11 種，池周辺が 10 種，全体では 12 種が減少し，帰化率は 6.8％低下した。

表 2 及び**表 3** に両地域における 2005 年からの記録状況を示す。

植樹地

記録された 68 種のうち，オオイヌタデ，エゾオオヤマハコベ，ミツバツチグリ，シモツケ，ウスバヤブマメ，ヤマブドウ，シナノキ，エゾミソハギ，オオハンゴンソウ＊，ヒトフサニワゼキショウ＊，クサイ，ヤマアワ，カモガヤ＊，クマイザサの 14 種（＊は帰化植物）が今回新たに記録された。一方，前回の調査で記録されたエゾノバッコヤナギ，ミミナグサ，オオヤマフスマ，ウシハコベ，アカザ，ナズナ，ヒメグンバイナズナ＊，キレハイヌガラシ＊，オランダイチゴ＊，オキジムシロ＊，エゾノミツモトソウ＊，シナガワハギ＊，サンシキスミレ＊，チシマオドリコソウ＊，エゾイヌゴマ，トキワハゼ，タチイヌノフグリ＊，キクニガナ＊，アメリカオニアザミ＊，ヒメムカシヨモギ＊，コウリンタンポポ＊，トゲチシャ＊，コシカギク＊，コウゾリナ，オオアワガエリ＊，エノコログサの 26 種は今回見あたらなかった。

トンボ池

2010 年には，オオバヤナギ，オオチドメ，ヒレハリソウ，カンガレイの 4 種が新たに記録された。一方，2008 年に記録された植物でエゾノバッコヤナギ，イヌタデ，ヒ

メスイバ＊，ミミナグサ，シロザ，アカザ，スカシタゴボウ，キレハイヌガラシ＊，ヒメヘビイチゴ，ミツモトソウ，エゾノミツモトソウ＊，シロツメクサ＊，エゾタチカタバミ，カラフトアカバナ，ナギナタコウジュ，エゾイヌゴマ，ヘラオオバコ＊，ブタクサ＊，ブタナ＊，マルバトゲチシャ＊，クサイ，イボクサ，オオスズメノテッポウ＊，タイヌビエ，クサヨシ，オオアワガエリ＊，スズメノカタビラ，ナガハグサ＊，ハリイの 29 種は今回記録されなかった。

池内の植物については，ガマ及びタヌキモが増えている。ガマは当初は池の縁に生育するのみであったが，2009 年から地下茎を伸ばし池全体に繁茂するようになった。そのため，この池で繁殖するトンボ類のうち，縄張りを形成して，水面上をパトロールするオオルリボシヤンマにとって好ましくない環境になってきている。

帯状区調査

東西方向からは 21 種 402 株が記録された（**表 4**）。オオヨモギ，コヌカグサ，ヘラオオバコが優勢しており，それぞれの占有率は 36.1%，21.6%，13.2% だった。オオヨモギとコヌカグサは広い範囲でみられるが，ヘラオオバコは局地的な分布を見せている。

前回（2008 年）調査では，株数，記録区画数ともにブタクサ（占有率 28.9%）及びセイヨウタンポポ（占有率 20.2%）が優勢であったが，2 年が経過して，それぞれの占有率は 4.0%，1.2% と，これら 2 種は著しく衰退し，オオヨモギが急増している。

南北に設定された帯条区からは 20 種 410 株が記録された（表 5）。コヌカグサ（31.7%）とオオヨモギ（30.0%）が優勢で，次いでブタクサ（10%）が多く見られた。東西方向同様，オオヨモギ，コヌカグサは広く分布している。ブタクサは 2008 年調査でも占有率 19.2% と優勢であったが，減少傾向に転じ，分布もより北側に局在している。

2008 年調査で優勢であったセイヨウタンポポ（占有率 20.9%），は減少し占有率は，6.6%，だった。

全体としてオオヨモギの増加が著しく，2008 年調査では，両方向あわせた占有率が 2.6% であったが，今回は 33% に達している。株数の増加とともに，被度が増えていることが景観的にも認識できる。一方，草丈の低い植物では，コヌカグサは，前回調査から微増傾向にあるが，セイヨウタンポポ，ブタクサ，ムラサキツメクサ，シロツメクサ，エゾノギシギシは著しく減少している。このように観察空間はこれまで草丈の低い種類構成であったものが，より丈の高い種に置き換わり，変容しつつある。

このため，植生の変遷を把握することを目的に，今後も量的な調査を継続的に行う必要がある。また，多種のトンボ類の生息可能性を考慮すると池内の植物について，その生育管理をする必要がある。

表１　記録植物リスト

科名	種名	学名	植樹地	池周辺
シダ植物				
トクサ	スギナ	*Equisetum arvense*	○	○
種子植物				
被子植物				
双子葉植物				
離弁花類				
ヤナギ	ドロノキ	*Populus maximowiczii*		○
	エゾヤナギ	*Salix rorida*		○
	オノエヤナギ	*Salix sachalinensis*		○
	オオバヤナギ	*Toisusu urbaniana*	○	○
ニレ	ハルニレ	*Ulmus japonica*	○	
タデ	オオイヌタデ	*Persicaria lapathifolia*	○	
	イヌタデ	*Persicaria longiseta*	○	
	ヒメスイバ	*Rumex acetosella**	○	
	ナガバギシギシ	*Rumex crispus**	○	
	エゾノギシギシ	*Rumex obtusifolius**	○	○
ナデシコ	ツメクサ	*Sagina japonica*	○	
	ヒロハノマンテマ	*Silene alba**	○	
	サクラマンテマ	*Silene pendula**	○	
	エゾオオヤマハコベ	*Stellaria radians*	○	○
ヒユ	シロザ	*Chenopodium album*	○	
アブラナ	ハルザキヤマガラシ	*Barbarea vulgaris**	○	
バラ	キンミズヒキ	*Agrimonia japonica*	○	
	ミツモトソウ	*Potentilla cryptotaeniae var. insularis*	○	
	ミツバツチグリ	*Potentilla freyniana*	○	
	エゾイチゴ	*Rubus idaeus var. aculeatissimus f. concolor*	○	
	ナワシロイチゴ	*Rubus parvifolius*	○	
	シモツケ	*Spiraea　japonica*	○	
マメ	ウスバヤブマメ	*Amphicarpaea　edgeworthii v.trisperma*	○	
	ヤブハギ	*Desmodium podocarpium ssp. oxyphyllum var. mandshuricum*	○	
	ヤマハギ	*Lespedeza bicolor*	○	
	コメツブウマゴヤシ	*Medicago lupulina**	○	

科名	種名	学名	植樹地	池周辺
	シロバナシナガワハギ	*Melilotus officinalis ssp. alba**	○	
	タチオランダゲンゲ	*Trifolium hybridum**	○	
	ムラサキツメクサ	*Trifolium pratense**	○	○
	シロツメクサ	*Trifolium repens**	○	
カタバミ	エゾタチカタバミ	*Oxalis Fontana*	○	
フウロソウ	ゲンノショウコ	*Geranium thunbergii*	○	
ブドウ	ヤマブドウ	*Vitis coignetiae*	○	
アオイ	シナノキ	*Tilia　japonica*	○	
ミソハギ	エゾミソハギ	*Lythrum salicaria*	○	○
アカバナ	メマツヨイグサ	*Oenothera biennis**	○	○
ウコギ	オオチドメ	*Hydrocotyle ramiflora*		○
合弁花類				
キョウチクトウ	ガガイモ	*Metaplexis japonica*	○	
ムラサキ	ノハラムラサキ	*Myosotis arvensis**	○	
	ヒレハリソウ	*Symphytum officinale**	○	○
ゴマノハグサ	ビロードモウズイカ	*Verbascum thapsus**	○	
タヌキモ	タヌキモ	*Utricularia australis*		○
オオバコ	オオバコ	*Plantago asiatica*	○	○
	ヘラオオバコ	*Plantago lanceolata**	○	
キク	ブタクサ	*Ambrosia artemisiifolia**	○	
	カワラハハコ	*Anaphalis margaritacea ssp. yedoensis*	○	
	オオヨモギ	*Artemisia montana*	○	○
	アメリカセンダングサ	*Bidens frondosa**		○
	フランスギク	*Chrysanthemum leucanthemum**	○	
	ヒメジョオン	*Erigeron annuus**	○	○
	ヒヨドリバナ	*Eupatorium chinense var. oppositifolium*	○	
	ヨツバヒヨドリ	*Eupatorium chinense ssp. sachalinense*	○	
	ブタナ	*Hypochoeris radicata**	○	
	マルバトゲチシャ	*Lactuca scariola f. integrifolia**	○	
	アキタブキ	*Petasites japonicus var. giganteus*	○	
	オオハンゴンソウ	*Rudbeckia laciniata**	○	
	オオアワダチソウ	*Solidago gigantea var. leiophylla**	○	○
	セイヨウタンポポ	*Taraxacum officinale**	○	○

科名	種名	学名	植樹地	池周辺
単子葉植物				
オモダカ	ヘラオモダカ	*Alisma canaliculatum*		○
	オモダカ	*Sagittaria trifolia*		○
アヤメ	ヒトフサニワゼキショウ	*Sisyrinchium mucronatum**	○	
イグサ	イ	*Juncus effusus var. decipiens*		○
	クサイ	*Juncus tenuis*	○	
ツユクサ	ツユクサ	*Commelina communis*	○	
イネ	コヌカグサ	*Agrostis alba**	○	○
	オオスズメノテッポウ	*Alopecurus pratensis**	○	
	ハルガヤ	*Anthoxanthum odoratum**	○	○
	ヤマアワ	*Calamagrostis epigeios*	○	
	カモガヤ	*Dactylis glomerata**	○	○
	エゾノサヤヌカグサ	*Leersia oryzoides*		○
	ホソムギ	*Lolium perenne**	○	
	クサヨシ	*Phalaris arundinacea*	○	
	ヨシ	*Phragmites australis*		○
	ツルヨシ	*Phragmites japonica*		○
	スズメノカタビラ	*Poa annua*	○	
	ナガハグサ	*Poa pratensis**	○	
	クマイザサ	*Sasa senanensis*	○	
	アキノエノコログサ	*Setaria faberi*	○	
	キンエノコロ	*Setaria pumilla*	○	
ガマ	ガマ	*Typha latifolia*		○
カヤツリグサ	ジョロウスゲ	*Carex capricornis*		○
	ヌマハリイ	*Eleocharis mamilata var. cyclocarpa*		○
	カンガレイ	*Scirpus triangulatus*		○
コケ植物				
コケ綱				
ウキゴケ	イチョウウキゴケ	*Ricciocarpos natans*		○

外来種には学名の後に＊を付した。

表 2　植樹地の記録植物

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
シダ植物							
トクサ	スギナ	*Equisetum arvense*		○	○	○	○

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
種子植物							
被子植物							
双子葉植物							
離弁花類							
ヤナギ	エゾノバッコヤナギ	*Salix hultenii var. angustfolia*				○	
	オオバヤナギ	*Toisusu urbaniana*					○
ニレ	ハルニレ	*Ulmus japonica*				○	○
タデ	ソバカズラ	*Fallopia convolvulus**		○			
	オオイヌタデ	*Persicaria lapathifolia*					○
	イヌタデ	*Persicaria longiseta*	○	○		○	○
	イシミカワ	*Persicaria perfoliata*		○			
	サナエタデ	*Persicaria scabra*	○	○			
	ハイミチヤナギ	*Polygonum arenastrum**		○			
	ヒメスイバ	*Rumex acetosella**			○	○	○
	ナガバギシギシ	*Rumex crispus**				○	○
	エゾノギシギシ	*Rumex obtusifolius**	○	○	○	○	○
スベリヒユ	スベリヒユ	*Portulaca oleracea*	○				
ナデシコ	ミミナグサ	*Cerastium holosteoides var. angustifolium*		○		○	
	オオヤマフスマ	*Moehringia lateriflora*				○	
	ツメクサ	*Sagina japonica*		○			○
	ヒロハノマンテマ	*Silene alba**			○	○	○
	サクラマンテマ	*Silene pendula**				○	○
	ノハラツメクサ	*Spergula arvensis**		○			
	ウスベニツメクサ	*Spergularia rubra**		○			
	ノミノフスマ	*Stellaria alsine var. undulata*		○			
	ウシハコベ	*Stellaria aquatica*				○	
	エゾオオヤマハコベ	*Stellaria radians*					○
ヒユ	シロザ	*Chenopodium album*	○	○		○	○
	アカザ	*Chenopodium album var. centrorubrum*	○	○	○	○	
	コアカザ	*Chenopodium ficifolium**		○			
	アオゲイトウ	*Amaranthus retroflexus**	○				
アブラナ	ハルザキヤマガラシ	*Barbarea　vulgaris**			○	○	○
	セイヨウアブラナ	*Brassica napus**	○	○			
	ナズナ	*Capsella bursa-pastoris*		○	○	○	

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
	ヤマタネツケバナ	*Cardamine scutata*		○			
	ヒメグンバイナズナ	*Lepidium densiflorum**			○	○	
	スカシタゴボウ	*Rorippa islandica*	○				
	キレハイヌガラシ	*Rorippa sylvestris**		○		○	
バラ	キンミズヒキ	*Agrimonia japonica*			○	○	○
	オランダイチゴ	*Fragaria ananassa**				○	
	オキジムシロ	*Potentilla supina**				○	
	ミツモトソウ	*Potentilla cryptotaeniae var. insularis*				○	○
	ミツバツチグリ	*Potentilla freyniana*					○
	エゾノミツモトソウ	*Potentilla norvegica**			○	○	
	エゾイチゴ	*Rubus idaeus var. aculeatissimus f. concolor*			○	○	○
	ナワシロイチゴ	*Rubus parvifolius*				○	○
	シモツケ	*Spiraea japonica*					○
マメ	ウスバヤブマメ	*Amphicarpaea edgeworthii v.trisperma*					○
	ヤブハギ	*Desmodium podocarpium ssp. oxyphyllum var. mandshuricum*			○	○	○
	ヤマハギ	*Lespedeza bicolor*			○	○	○
	コメツブウマゴヤシ	*Medicago lupulina**			○	○	○
	シロバナシナガワハギ	*Melilotus officinalis ssp. alba**		○	○	○	○
	シナガワハギ	*Melilotus officinalis ssp. alba f. suaveolens**			○	○	
	タチオランダゲンゲ	*Trifolium hybridum**		○			○
	ムラサキツメクサ	*Trifolium pratense**		○	○	○	○
	シロツメクサ	*Trifolium repens**		○	○	○	○
カタバミ	カタバミ	*Oxalis corniculata*		○			
	エゾタチカタバミ	*Oxalis fontana*		○	○	○	○
フウロソウ	ゲンノショウコ	*Geranium thunbergii*				○	○
ブドウ	ヤマブドウ	*Vitis coignetiae*					○
アオイ	シナノキ	*Tilia japonica*					○
スミレ	サンシキスミレ	*Viola tricolor**		○		○	
ミソハギ	エゾミソハギ	*Lythrum salicaria*					○

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
アカバナ	カラフトアカバナ	*Epilobium glandulosum var. asiaticum*		○			
	エゾアカバナ	*Epilobium montanum*		○			
	メマツヨイグサ	*Oenothera biennis**		○	○	○	○
合弁花類							
キョウチクトウ	ガガイモ	*Metaplexis japonica*		○		○	○
ムラサキ	オニルリソウ	*Cynoglossum asperrimum*		○			
	ノハラムラサキ	*Myosotis arvensis**				○	○
	ヒレハリソウ	*Symphytum officinale**	○	○	○	○	○
シソ	チシマオドリコソウ	*Galeopsis bifida**				○	
	エゾイヌゴマ	*Stachys riederi var. villosa*				○	
ナス	イヌホオズキ	*Solanum nigrum*	○	○	○		
ハエドクソウ	トキワハゼ	*Mazus pumilus*		○		○	
ゴマノハグサ	ビロードモウズイカ	*Verbascum thapsus**		○	○	○	○
	タチイヌノフグリ	*Veronica　arvensis**			○	○	
オオバコ	オオバコ	*Plantago asiatica*		○	○	○	○
	ヘラオオバコ	*Plantago lanceolata**		○	○	○	○
キク	ブタクサ	*Ambrosia artemisiifolia**		○	○	○	○
	カワラハハコ	*Anaphalis margaritacea ssp. yedoensis*			○	○	○
	オオヨモギ	*Artemisia montana*		○	○	○	○
	ユウゼンギク	*Aster novi-belgii**			○		
	アメリカセンダングサ	*Bidens frondosa**		○			
	フランスギク	*Chrysanthemum leucanthemum**			○		○
	キクニガナ	*Cichorium intybus**			○	○	
	アメリカオニアザミ	*Cirsium vulgare**				○	
	ヒメムカシヨモギ	*Conyza canadensis**		○	○	○	
	ヒメジョオン	*Erigeron annuus**		○	○	○	○
	ヒヨドリバナ	*Eupatorium chinense var. oppositifolium*			○	○	○
	ヨツバヒヨドリ	*Eupatorium chinense ssp.sachalinense*				○	○
	コウリンタンポポ	*Hieracium aurantiacum**		○		○	
	ブタナ	*Hypochoeris radicata**		○	○	○	○

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
	トゲチシャ	*Lactuca scariola**		○	○	○	
	マルバトゲチシャ	*Lactuca scariola f. integrifolia**		○	○	○	○
	コシカギク	*Matricaria matricarioides**		○	○	○	
	アキタブキ	*Petasites japonicus var. giganteus*	○	○	○	○	○
	コウゾリナ	*Picris hieracioides var. glabrescens*	○	○	○	○	
	オオハンゴンソウ	*Rudbeckia laciniata**					○
	オオアワダチソウ	*Solidago gigantea var. leiophylla**			○	○	○
	オニノゲシ	*Sonchus asper**		○			
	ノゲシ	*Sonchus oleraceus*		○			
	セイヨウタンポポ	*Taraxacum officinale**	○	○	○	○	○
単子葉植物							
アヤメ	ヒトフサニワゼキショウ	*Sisyrinchium mucronatum**					○
イグサ	クサイ	*Juncus tenuis*					○
ツユクサ	ツユクサ	*Commelina communis*	○	○		○	○
イネ	コヌカグサ	*Agrostis alba**				○	○
	スズメノテッポウ	*Alopecurus aequalis*		○			
	オオスズメノテッポウ	*Alopecurus pratensis**				○	○
	ハルガヤ	*Anthoxanthum odoratum**		○	○	○	○
	ヤマアワ	*Calamagrostis epigeios*					○
	カモガヤ	*Dactylis glomerata**					○
	メヒシバ	*Digitaria ciliaris*		○			
	イヌビエ	*Echinochloa crus-galli*	○	○	○		
	ホソムギ	*Lolium perenne**				○	○
	ハナクサキビ	*Panicum capillare**		○	○		
	クサヨシ	*Phalaris arundinacea*			○	○	○
	オオアワガエリ	*Phleum pratense**			○	○	
	スズメノカタビラ	*Poa annua*		○		○	○
	ナガハグサ	*Poa pratensis**		○	○	○	○
	クマイザサ	*Sasa senanensis*					○
	アキノエノコログサ	*Setaria faberi*	○	○			○
	キンエノコロ	*Setaria pumilla*	○	○	○	○	○
	エノコログサ	*Setaria viridis*		○	○	○	
	ムラサキエノコロ	*Setaria viridis f. misera*		○			

表 3　トンボ池周辺の記録植物

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
シダ植物							
トクサ	スギナ	*Equisetum arvense*			○	○	○
種子植物							
被子植物							
双子葉植物							
離弁花類							
ヤナギ	ドロノキ	*Populus maximowiczii*			○	○	○
	エゾノバッコヤナギ	*Salix hultenii var. angustfolia*				○	
	エゾヤナギ	*Salix rorida*				○	○
	オノエヤナギ	*Salix sachalinensis*			○	○	○
	オオバヤナギ	*Toisusu urbaniana*					○
タデ	イヌタデ	*Persicaria longiseta*	○	○	○	○	
	タニソバ	*Persicaria nepalensis*	○				
	アキノウナギツカミ	*Persicaria sieboldii*		○			
	ヒメスイバ	*Rumex acetosella**		○	○	○	
	エゾノギシギシ	*Rumex obtusifolius**			○	○	○
スベリヒユ	スベリヒユ	*Portulaca oleracea*	○				
ナデシコ	ミミナグサ	*Cerastium holosteoides var. angustifolium*				○	
	ツメクサ	*Sagina japonica*		○			
	ノミノフスマ	*Stellaria alsine var. undulata*		○	○		
	エゾオオヤマハコベ	*Stellaria radians*				○	○
ヒユ	シロザ	*Chenopodium album*		○		○	
	アカザ	*Chenopodium album var. centrorubrum*				○	
アブラナ	ナズナ	*Capsella bursa-pastoris*			○		
	ヒメグンバイナズナ	*Lepidium densiflorum**			○		
	スカシタゴボウ	*Rorippa islandica*	○	○	○	○	
	キレハイヌガラシ	*Rorippa sylvestris**		○		○	
バラ	ヒメヘビイチゴ	*Potentilla centigrana*		○	○	○	
	ミツモトソウ	*Potentilla cryptotaeniae var. insularis*				○	
	エゾノミツモトソウ	*Potentilla norvegica**				○	

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
マメ	シロバナシナガワハギ	*Melilotus officinalis ssp. alba**			○		
	ムラサキツメクサ	*Trifolium pratense**		○	○	○	○
	シロツメクサ	*Trifolium repens**		○	○	○	
カタバミ	エゾタチカタバミ	*Oxalis fontana*				○	
ミソハギ	エゾミソハギ	*Lythrum salicaria*	○	○	○	○	○
アカバナ	カラフトアカバナ	*Epilobium glandulosum var. asiaticum*		○		○	
	メマツヨイグサ	*Oenothera biennis**		○		○	○
ウコギ	オオチドメ	*Hydrocotyle ramiflora*					○
合弁花類							
ムラサキ	ヒレハリソウ	*Symphytum officinale**					○
シソ	ナギナタコウジュ	*Elsholtzia ciliata*		○		○	
	エゾイヌゴマ	*Stachys riederi var. villosa*				○	
アゼドウ	アゼナ	*Lindernia procumbens*	○		○		
ガラシ							
ハエドクソウ	トキワハゼ	*Mazus pumilus*		○			
タヌキモ	タヌキモ	*Utricularia australis*		○	○	○	○
オオバコ	オオバコ	*Plantago asiatica*		○	○	○	○
	ヘラオオバコ	*Plantago lanceolata**				○	
キク	ブタクサ	*Ambrosia artemisiifolia**	○	○	○	○	
	オオヨモギ	*Artemisia montana*		○	○	○	○
	ヨモギ	*Artemisia princeps*			○		
	アメリカセンダングサ	*Bidens frondosa**	○	○	○	○	○
	ヒメムカシヨモギ	*Conyza canadensis**		○	○		
	ヒメジョオン	*Erigeron annuus**		○	○	○	○
	ブタナ	*Hypochoeris radicata**		○	○	○	
	トゲチシャ	*Lactuca scariola**			○		
	マルバトゲチシャ	*Lactuca scariola f. integrifolia**			○	○	
	オオアワダチソウ	*Solidago gigantea var. leiophylla**				○	○
	セイヨウタンポポ	*Taraxacum officinale**			○	○	○
単子葉植物							
オモダカ	ヘラオモダカ	*Alisma canaliculatum*	○	○	○	○	○
	オモダカ	*Sagittaria trifolia*	○	○	○	○	○
イグサ	イ	*Juncus effusus var. decipiens*		○	○	○	○
	タチコウガイゼキショウ	*Juncus krameri*		○	○		

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010
	クサイ	*Juncus tenuis*		○		○	
ツユクサ	イボクサ	*Murdannia keisak*		○		○	
イネ	コヌカグサ	*Agrostis alba**			○	○	○
	オオスズメノテッポウ	*Alopecurus pratensis**				○	
	ハルガヤ	*Anthoxanthum odoratum**				○	○
	カモガヤ	*Dactylis glomerata**			○	○	○
	メヒシバ	*Digitaria ciliaris*		○			
	アキメヒシバ	*Digitaria violascens*	○				
	イヌビエ	*Echinochloa crus-galli*	○	○			
	タイヌビエ	*Echinochloa crus-galli var. oryzicola*	○	○	○	○	
	エゾノサヤヌカグサ	*Leersia oryzoides*				○	○
	ハナクサキビ	*Panicum capillare**	○	○			
	クサヨシ	*Phalaris arundinacea*			○	○	
	オオアワガエリ	*Phleum pratense**				○	
	ヨシ	*Phragmites australis*				○	○
	ツルヨシ	*Phragmites japonica*			○		○
	スズメノカタビラ	*Poa annua*			○	○	
	ナガハグサ	*Poa pratensis**				○	
	キンエノコロ	*Setaria pumilla*		○			
ガマ	ガマ	*Typha latifolia*			○	○	○
カヤツリグサ	ジョロウスゲ	*Carex capricornis*		○	○	○	○
	タマガヤツリ	*Cyperus difformis*	○				
	ウシクグ	*Cyperus orthostachyus*	○				
	カワラスガナ	*Cyperus sanguinolentus*		○			
	ハリイ	*Eleocharis congesta*	○	○		○	
	ヌマハリイ	*Eleocharis mamilata var. cyclocarpa*		○	○	○	○
	ホタルイ	*Scirpus juncoides*	○	○			
	カンガレイ	*Scirpus triangulatus*					○
コケ植物							
コケ綱							
ウキゴケ	イチョウウキゴケ	*Ricciocarpos natans*		○	○		○

表４　帯状区　東西

種　名	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	12~13	13~14	14~15	15~16	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~24	24~25	25~26	26~27	27~28	28~29	29~30	株　数	区画数
ハルニレ			1	3	1																										5	3
エゾノギシギシ							1					1																			2	2
ヒロハマンテマ																																
ハルザキヤマガラシ																							2								2	1
エゾノミツモトソウ																																
エゾイチゴ																								2	1		2				5	3
ムラサキツメクサ				1																											1	1
シロツメクサ																2	2						1								5	3
シナノキ				1																											1	1
メマツヨイグサ																									2						2	1
ノハラムラサキ																			4												4	1
オオバコ																																
ヘラオオバコ																2	11	20	15	3	2										53	6
ブタクサ																1		10	5												16	3
オオヨモギ			2		1		1		6	7	11	3	3	11	8	3				1	1				2	14	10	21	21	19	145	19
アメリカオニアザミ																																
ヒメムカシヨモギ																																
ヒヨドリバナ																							1								1	1
ヨツバヒヨドリ																									2			2			4	2
ブタナ																3	4				4										11	3
マルバトゲチシャ																																
コウゾリナ																																
ヒメジョオン																		2	3	7	2						8				22	5
セイヨウタンポポ																2		3													5	2
クサイ																			2												2	1
ツユクサ																																
コヌカグサ	4	3	8	7	3	4	8	10	6	2	3	6	7	4	2	3			2	2						2	1				87	20
オオスズメノテッポウ																																
ホソムギ	6	7		2	2									2	2																21	6
クサヨシ																							3	5							8	2
キンエノコロ																																
種　数	2	2	3	5	4	1	3	1	2	2	2	3	2	3	3	7	3	4	6	4	4	0	4	2	4	2	4	2	1	1	402	
2008 年　種　数	4	4	5	5	4	4	5	3	3	4	4	4	5	4	4	6		3	4	8	3	1	3	3	8	4	4	4	8	3	506	

1）15.6 ～ 17.3m は道路　　2）21 ～ 22m は刈草堆積

表５　帯状区　南北

種　名	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	12~13	13~14	14~15	15~16	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~24	24~25	25~26	26~27	27~28	28~29	29~30	株　数	区画数
スギナ																				2				1						2	5	3
ハルニレ	5																1														6	2
イヌタデ																						1									1	1
ヒメスイバ																																
エゾノギシギシ						1								4	1			1					2								9	5
シロザ																							1								1	1
キンミズヒキ										3																					3	1
ムラサキツメクサ		1		3	1	1							2				2		1			1									12	8
シロツメクサ		1												1	1	1			1				2	3	3	3					16	9
エゾタチカタバミ					1					1				2																	4	3
メマツヨイグサ												1							1												2	2
ヘラオオバコ																																
ブタクサ										1							2		1	2		16	3	2		14					41	8
オオヨモギ			3	3		6	7	10	13	7	1	1			5	13	4	3					1	1			12	10	18	5	123	19
ブタナ																																
オオアワダチソウ						2	6	3																							11	3
ヒメジョオン			2		1	2																									5	3
セイヨウタンポポ										1	2	1	1	1						2	4	1		4	5	5					27	11
コヌカグサ	4	3	6	5	4	3	3	3	3	2	9	6	4		2	4	9	10	10	10	10	2	3		5	4	4	2			130	26
オオスズメノテッポウ																												1		4	5	2
ハルガヤ	4																														4	1
ホソムギ		2																2													4	2
キンエノコロ																								1							1	1
種　数	3	4	3	3	4	6	3	3	2	6	3	4	3	4	4	3	5	4	5	4	2	5	6	6	3	4	2	3	1	3	410	
2008 年　種　数	4	4	4	5	4	6	5	3	5	7	9	3	8	7	4	6	4	7	6	5	4	4	7	5	4	5	4	2	5	6	573	

1）25.1 ～ 26.0m は道路　　2）27.6 ～ 28.1m は排水溝蓋

（2）小型ほ乳類

捕獲調査の結果，Ｂ区ではエゾヤチネズミが５頭（相対密度 100TN 値 10.2 以下同じ），Ｃ区ではエゾヤチネズミ 10 頭（30.3），ハツカネズミ１頭（3.0），Ｄ区ではエゾヤチネズミ３頭（9.1），ドブネズミ２頭（6.1）が捕獲された（**表６**）。過去の調査結果と比較して最も違うのは，Ａ区が生息できる環境でなくなったことはもちろんであるが，Ｃ区でエゾヤチネズミの生息密度が高くなったことである。また，Ｂ区のエゾヤチネズミの生息密度は前回（2008 年）に比べて低く，Ｄ区ではほぼ同じであった（**表６**）。Ｃ区でエゾヤチネズミの生息密度が高くなった原因は，林床植生の変化によると考えられる。前回までＣ区の植被率は比較的高くても（2006 年 78.3%，2008 年 70%）イネ科を主とする草丈の低い草本類に覆われていたが，今回は植被率がさらに高く（92.7%）なるとともに，草丈が１メートル以上の草本類が増加したことが原因と考えられる（**表８**）。

それぞれの調査区は，道路や裸地，建物で寸断され孤立化した生息環境である。こうした小面積の島状の生息地で個体群の維持を可能にしているのは，それぞれの生息地を移動や分散によってつないで利用しているからだと考えられるが，今回も前回の調査でも調査区間での移動はみられなかった（**表７**）。この島状の生息地をどうつないで利用しているのかは，今後の自然観察空間を考える上で重要な問題であり，生態学的にも興味ある課題である。以上のことからすると，調査区Ａが今回消滅したが，科学館の敷地外にあるＢ区，Ｄ区も今後の土地利用で消滅すると，トンボ池のあるＣ区のみではエゾヤチネズミの個体群維持は困難になる。

野外自然観察空間は周辺地域に生息する生物を敷地内に誘導し，自然観察をはじめ各種の野外活動に利用することを目標にしている（石川ほか　２００４）。そのためには，2008 年度の調査報告でも指摘したように，今後これらの緑地を維持するとともに，Ｃ区，Ｄ区の西側の空き地に樹林地や草地を広げ，忠別川の河畔林や神楽岡の自然との連続性を図っていく必要がある。

表６　ネズミ類の捕獲結果

調査区	種　類	2010.10.25-27 のべワナ数	捕獲数	100ＴＮ	2008.10.21-23 のべワナ数	捕獲数	100ＴＮ	2006.10.17-19 のべワナ数	捕獲数	100ＴＮ	2003.5.17-19 のべワナ数	捕獲数	100ＴＮ
Ａ	エゾヤチネズミ	－	－	－	36	9	25	33	0	0	42	1	2.4
Ｂ	エゾヤチネズミ	49	5	10.2	39	9	23.1	33	8	24.4	21	2	9.5
	ドブネズミ		0	0.0		0	0.0		1	3.0		0	0
Ｃ	エゾヤチネズミ	33	10	30.3	27	5	18.5	27	3	11.1	15	1	6.7
	ハツカネズミ		1	3.0		0	0		1	3.7		0	0
Ｄ	エゾヤチネズミ	33	3	9.1	30	3	10.0	30	6	20.0	30	4	13.3
	ドブネズミ		2	6.1		5	16.7		0	0		0	0
合計		115	21	18.3	126	31	24.6	123	19	15.4	108	8	7.4

100ＴＮ：　ワナ100個，一晩あたりに換算した捕獲数　　＊2003年は５月の調査のため捕獲数は少ない
＊2010年はＡ区の記録はとっていない

表 7　捕獲個体の計測値と捕獲位置

個体 No.	種　名	性別	体重（g）	齢	繁殖状況	捕獲位置		
						10 月 25 日	10 月 26 日	10 月 27 日
1	エゾヤチネズミ	♂	35.0	成体	T（±）	B区	B区	
2	エゾヤチネズミ	♀	23.0	亜成体	V（−）. M（−）	B区		
3	エゾヤチネズミ	♂	25.0	亜成体	V（−） M（+）	B区	B区	B区
4	エゾヤチネズミ	♂	28.0	成体	T（−）	C区		C区
5	エゾヤチネズミ	♂	27.0	成体	T（±）	C区	C区	
6	ハツカネズミ	♀	12.0	成体	v（±）, M（±）	C区		
7	エゾヤチネズミ	♂	25.0	亜成体	T（−）	C区		C区
8	エゾヤチネズミ	♀	20.0	亜成体	V（−） M（−）	C区		C区（死亡）
9	エゾヤチネズミ	♂	38.0	成体	T（+）	C区	C区	
10	ドブネズミ	♀	102.0	成体	V（+）, M（±）	D区		
11	エゾヤチネズミ	♂	28.0	成体	T（−）	D区		
12	エゾヤチネズミ	♂	19.0	亜成体	T（−）		B区	B区
13	エゾヤチネズミ	♀	29.0	成体	V（−）, M（−）		C区	
14	エゾヤチネズミ	♀	52.0	成体	v（+）, M（±）		C区	C区
15	エゾヤチネズミ	♂	25.0	亜政体	T（−）		C区	
16	ドブネズミ	♀	112.0	成体	V（+）, M（−）		D区	
17	エゾヤチネズミ	♀	24.0	亜成体	V（−）. M（−）		D区	
18	エゾヤチネズミ	♀	36.5	成体	V（−）, M（±）			B区
19	エゾヤチネズミ	♂	27.0	成体	T（−）			C区
20	エゾヤチネズミ	♂	31.0	成体	T（−）			C区
21	エゾヤチネズミ	♂	17.0	亜成体	T（−）			D区

繁殖状況　♀　V（膣口）　+開口　±やや開口　−未開口　　♂　T（睾丸）　+降下　±やや降下　−未降下

表８　樹間閉鎖度と林床植被率の推移

樹間閉鎖度（%）

調査区	2010	2008	2006
A区	−	29.6	42.7
B区	27.8	21.9	35.5
C区	3.2	1.1	1.1
D区	50.9	47.0	30.5

林床植被率（%）

調査区	2010	2008	2006
A区	−	43.3	8.6
B区	74.7	66.5	70.54
C区	92.7	70.0	78.3
D区	64.5	56.0	55.4

＊ 2003 年は植生の記録を取っていない

＊ 2010 年は A 区の記録を取っていない

（3）鳥類

繁殖期の鳥類相

今回の調査では 9 科 13 種を記録した（**表 9**）。繁殖期に実施した過去 2 回の記録種数は 2006 年が 12 科 15 種，2008 年が 9 科 11 種である。今回の調査も含めた 3 年間では 14 科 20 種である。今回新たに記録された種はノビタキ，アオジ，コムクドリの 3 種である。

ノビタキは定点センサス①で自然観察空間の杭にとまる雄 1 個体と高茎草本上の雌 1 個体を記録した。アオジは定点センサス①で自然観察空間の草中で地鳴きする 1 個体と定点センサス②で自然観察空間の草中で地鳴きする 1 個体および自然観察空間北側の樹上で囀る雄 1 個体を記録した。コムクドリは定点センサス①でハルニレの高木上の雌 1 個体を記録した。

越冬期の鳥類相

7 科 9 種を記録した（**表１０**）。過去 2 回の記録種数は 2006 年が 9 科 11 種，2008 年が 8 科 8 種である。今回の結果を含め, 3 年間では 11 科 14 種である。この 14 種のうち，3 年間とも記録された種は 6 種で，3 年間の総個体数の多い方からカワラヒワ，ハシボソガラス，スズメ，シジュウカラ，ヒヨドリ，ハクセキレイである。ハシボソガラス，スズメ，ヒヨドリ，ハクセキレイはいわゆる「都市鳥」で，カワラヒワ，シジュウカラは林縁や明るい林を好み, 本調査地に採餌や通過のために飛来した「放浪種」である。越冬期の鳥類相については 3 年間で顕著な変化は見出せなかった。

表９　繁殖期の観察鳥類

種　名		ライン センサス 3:55 ～ 4:32	定点 センサス① 4:35 ～ 4:50	定点 センサス② 4:50 ～ 5:05	総観察 個体数
Streptopelia orientalis orientalis (Latham)	キジバト	5			5
Columba livia Gmelin	カワラバト（ドバト）	6	3		9
Motacilla alba lugens Gloger	ハクセキレイ	1		1	2
Saxicola torquata stejnegeri (Parrot)	ノビタキ		2		2
Parus major minor Temminck & Schlegel	シジュウカラ	8		4	12
Emberiza spodocephala personata Temminck	アオジ		1	2	3
Carduelis sinica minor (Temminck & Schlegel)	カワラヒワ	6	3	6	15
Passer rutilans rutilans (Temminck)	ニュウナイスズメ	4	1	2	7
Passer montanus saturatus Stejneger	スズメ	1		1	2
Sturnus phililppensis (Forster)	コムクドリ		1		1
Sturnus cineraceus Temminck	ムクドリ	2	4	3	9
Corvus corone orientalis Eversmann	ハシボソガラス	1	3	2	6
Corvus macrorhynchos japonensis Buturlin	ハシブトガラス	1			1
合　　計		35	18	21	74

表１０　越冬期の観察鳥類

種　名		ライン センサス 6:30 ～ 6:55	定点 センサス① 6:58 ～ 7:13	定点 センサス② 7:13 ～ 7:28	総観察 個体数
Motacilla alba lugens Gloger	ハクセキレイ	1			1
Hypsipetes amaurotis amaurotis (Temminck)	ヒヨドリ	2		1	3
Turdus naumanni euromus Temminck	ツグミ	1			1
Parus major minor Temminck & Schlegel	シジュウカラ	1	4	1	6
Carduelis sinica minor (Temminck & Schlegel)	カワラヒワ	10			10
Coccothraustes coccothraustes japonicus Temminck & Schlegel	シメ	1		7	8
Passer montanus saturatus Stejneger	スズメ	3			3
Corvus corone orientalis Eversmann	ハシボソガラス	15	4	2	21
Corvus corone orientalis Eversmann	ハシブトガラス	3			3
合　　計		37	8	11	56

＊ラインセンサスは科学館敷地の外周を時計回りに時速約 2km で歩行しながら敷地内の片側 50m 以内に出現した個体をカウントした。
＊定点センサス①は観察場所を定め，そこから半径 25m 以内に出現した個体を 15 分間カウントした。
＊定点センサス②は観察場所を定め，そこから科学館の敷地内に出現した個体を観察距離は特に定めず，15 分間カウントした。

繁殖期の鳥類相の経年変化と環境との関連

繁殖期の3年間で記録された20種のうち，3年間とも記録のある種は7種であった。3年間の総個体数の多い方からカワラヒワ，スズメ，ハシボソガラス，カワラバト（ドバト），ニュウナイスズメ，キジバト，ハクセキレイである。これらの鳥類を生息環境別に分けると，スズメ，ハシボソガラス，カワラバト，ハクセキレイはいわゆる「都市鳥」で，他の種は隣接する忠別川の河川敷や河畔林，神楽岡公園の森林から一時的に飛来した「放浪種」である。

また，本調査地内で繁殖が記録されたのはハシボソガラスだけである。しかし，今回新たに記録された種のうち，ノビタキは繁殖期に番で行動していたこと，アオジは囀鳴をしていたことから近隣で繁殖している可能性が高いと考えられる。

3年間の調査から本調査地の鳥類相はいわゆる「都市鳥」と採餌や移動のために一時的に訪れた「放浪種」で構成されていることが判った。しかし，今年新たに記録されたノビタキとアオジについては今後の動向に注目する必要がある。

ノビタキは裸地やわずかな植生あるいは丈の低い植生しかない土地には生息せず，見張り場やソングポストとなる1mか，それ以上の高さのある茂みや灌木，岩，壁，フェンスが散在するようなさまざまな乾燥した平原や丘陵の斜面に生息している（Cramp 1988）。また，草丈の低い草地に島状に高茎草本が分布する草原あるいは高茎草本が散在する草地を選択して生息する（Kinoshita 1997）。

アオジは主に林縁や林内の開けた場所に生息し，農耕地の周辺や市街地近郊の公園でも見られる（河井他 2003）。しかし，アオジなどの下藪を必要とする種にとって都市の植生は一般に高木層に比べ，地表に近い部分の草本・低木層が非常に少なく，niche（生態的地位）不足が深刻である（前田 1993）。

調査地周辺の環境の変化としては科学館東側に隣接する倉庫の改修に伴い，倉庫周辺の樹木が若干伐採され，下藪も刈り取られた。その一方で在来樹種を植栽し下草刈りを行わない自然観察空間では高茎草本の草丈が150cmに達するなど下草が繁茂してきている。

ノビタキもアオジも自然観察空間やその近隣で観察されている。これらの高茎草本や下藪を必要とする種が，下草刈りを行わないという取り組みによって高茎草本が発達した自然観察空間を利用できるようになったと推察できる。

都市緑地においては，特に低木層，草本層といった樹林の下層の植生の発達が鳥類の種多様性を高めるために重要であることが知られている（加藤 1996）。今後，自然観察空間の植物が成長し，その階層構造が発達するにつれ，鳥類の多様性が高まることが期待される。

一方で，緑道による公園間の連結が，公園における鳥類の種多様性を高める可能性が指摘されている（森本・加藤 2005）。そこで，自然観察空間を利用する鳥類の種多様性を一層高めるため，自然観察空間と周辺の林地や草地と緑の回廊で連結されることが望まれる。

（4）昆虫

調査の結果，記録昆虫目録のとおり，10 目 63 科 134 種が記録された。目ごとの記録科数及び数種は以下のとおりである。

トンボ目 4 科 8 種，カゲロウ目 1 科 1 種，アミメカゲロウ目 1 科 1 種，バッタ目 4 科 11 種，カメムシ目 9 科 14 種，コウチュウ目 9 科 21 種，ハチ目 8 科 18 種，ハエ目 11 科 21 種，トビケラ目 3 科 3 種，チョウ目 13 科 36 種。

前回 2008 年度調査に比して，記録数は 36 科，80 種増加している。また，今回カゲロウ目，アミメカゲロウ目，トビケラ目が新たに記録された。

トンボ池に出現するトンボについては，前回記録されたコオニヤンマ以外は同じ種構成である。しかし，トンボ池全体にガマが繁茂し，開放空間の減少に伴い，オオルリボシヤンマが減少している。今後も，ガマ及びツルヨシを整理し，大型のヤンマ類の生息が可能な環境を整備する必要がある。また，自然観察空間は徐々に大型の草本類の占める割合が高くなっており，引き続き植生の変化に伴う昆虫相の変化についても把握する必要がある。

旭川市科学館野外自然観察空間記録昆虫目録

ODONATA　**トンボ目**

Lestidae　アオイトトンボ科

1　*Lestes sponsa*　アオイトトンボ
　トンボ池　（7.9 以降多数）

2　*Sympecma paedisca paedisca*　オツネントンボ
　トンボ池（8.19　敷地内）

Agrionidae　イトトンボ科

3　*Coenagrion lanceolatum*　エゾイトトンボ
　トンボ池（6.19 以降多数）

Aeshinidae　ヤンマ科

4　*Aeschna nigroflava*　オオルリボシヤンマ
　トンボ池（8.7　目視確認）

Libellulidae　トンボ科

5　*Libellula quadrimaculata asahinai*　ヨツボシトンボ
　トンボ池（6.19、6.27　目視確認）

6　*Sympetrum risi yosico*　ヒメリスアカネ
　科学館敷地内（9.10　1 ♂）

7　*Sympetrum infuscatum*　ノシメトンボ
　科学館敷地内（7.28 以降多数）

8　*Sympetrum frequens*　アキアカネ
　科学館敷地内（7.28 以降多数）

EPHEMEROPTERA　**カゲロウ目**

Baetidae　コカゲロウ科

9　コカゲロウ科の１種

　　自然観察空間（9.9　1ex.）

NEUROPTERA　**アミメカゲロウ目**

Chrysopidae　クサカゲロウ科

10　*Chrysopa formosa*　クモンクサカゲロウ

　　自然観察空間（7.8　1ex.）

ORTHOPTERA　**バッタ目**

Gryllidae　コオロギ科

11　*Teleogryllus yezoemma*　エゾエンマコオロギ

　　科学館敷地内（7.31 以降多数）

Oecanthidae　カンタン科

12　*Oecanthus longicaudus*　カンタン

　　科学館敷地内（7.31 以降多数）

Tettigoniidae　キリギリス科

13　*Gampsocleis ussuriensis*　ハネナガキリギリス

　　自然観察空間（7.23 鳴き声により確認）

14　*Homorocoryphus jezoensis*　ヒメクサキリ

　　自然観察空間（8.8　1ex.）

15　*Phneroptera falcata*　ツユムシ

　　自然観察空間（9.4　1 ♀）

Acrididae　バッタ科

16　*Eirenephilus longipennis*　ハネナガフキバッタ

　　自然観察空間（8.8 目視確認）

17　*Chorthippus brunneus*　ヒナバッタ

　　自然観察空間（7.8 目視確認）

18　*Locusta migratoria*　トノサマバッタ

　　自然観察空間（7.25 目視確認）

19　*Oedaleus infernalis*　クルマバッタモドキ

　　自然観察空間（8.8　1 ♂）

20　*Parapleurus alliaceus*　イナゴモドキ

　　自然観察空間（8.26 目視確認）

21　*Tetrix japonica*　ヒシバッタ

　　自然観察空間（7.31 目視確認）

HEMIPTERA　**カメムシ目**

Cicindidae セミ科

22　*Tibicen bihamatus*　コエゾゼミ

　　自然観察空間（鳴き声）

Aphrophoridae　アワフキムシ科

23　*Philaenus spumarius*　ホソアワフキ

　　自然観察空間（7.10　1ex.）

Deltocephalidae　ヨコバイ科

24　*Matsumurella praesul*　チャイロヨコバイ

　　自然観察空間（7.10　1ex.）

Gerridae　アメンボ科

25　*Limno rufoscutellatus*　セアカアメンボ

　　トンボ池（5.15　1ex.）

Miridae　カスミカメムシ科

26　*Adelphocoris suturalis*　ナカグロカスミカメ

　　自然観察空間（8.6　1ex.）

Lygaeidae　ナガカメムシ科

27　*Panaorus japonicus*　シロヘリナガカメムシ

　　自然観察空間（8.26　1ex.）

Alydidae　ホソヘリカメムシ科

28　*Riptortus clavatus*　ホソヘリカメムシ

　　自然観察空間（9.10　1ex.）

Coreidae　ヘリカメムシ科

29　*Plinachtus bicoripes*　キバラヘリカメムシ

　　自然観察空間（8.8　ウッドデッキ付近のコマユミに多数）

Pentatomidae　カメムシ科

30　*Dolycoris baccalum*　ブチヒゲカメムシ

　　自然観察空間（7.20　1ex.）

31　*Carpocoris purpureipennis*　ムラサキカメムシ

　　自然観察空間（7.31 幼虫、8.6　1ex.）

32　*Eurydema rugosa*　ナガメ

　　自然観察空間（7.1 目視確認）

33　*Eysarcoris lewisi*　オオトゲシラホシカメムシ

　　自然観察空間（8.7　1ex.）

34　*Arma custos*　チャイロクチブトカメムシ

　　自然観察空間（8.10　1ex.）

35 *Picromerus fuscoannulatus*　オオクチブトカメムシ
　自然観察空間（8.26　1ex.）

COLEOPTERA　**コウチュウ目**
Carabidae　オサムシ科
36 *Pterostichus samurai*　オオキンナガゴミムシ
　自然観察空間（7.31　トラップ採集）
37 *Harpalus jureceki* ヒメケゴモクムシ
　自然観察空間（8.5　トラップ採集）
Dytiscidae　ゲンゴロウ科
38 *Rhantus pulverosus* ヒメゲンゴロウ
　トンボ池（6.19　目視確認）
Scarabaeidae　コガネムシ科
39 *Heptophylla picea picea*　ナガチャコガネ
　科学館敷地内（7.11 街灯下に多数）
40 *Anomala rufocuprea*　ヒメコガネ
　自然観察空間（8.6　目視確認）
41 *Popillia japonica* マメコガネ
　自然観察空間（7.3　目視確認）
42 *Blitopertha orientalis* セマダラコガネ
　自然観察空間（7.21　1ex.）
Elateridae　コメツキムシ科
43 *Binodulus binodulus*　サビキコリ
　自然観察空間（8.5　1ex.）
44 *Ectinus sericeus sericeus*　カバイロコメツキ
　自然観察空間（7.16　1ex.）
Coccinellidae　テントウムシ科
45 *Harmonia axyridis*　ナミテントウ
　自然観察空間（7.11　目視確認）
46 *Coccinella septempunctata*　ナナホシテントウ
　自然観察空間（7.16　目視確認）
47 *Aiolocaria hexaspilota*　カメノコテントウ
　自然観察空間（10.2　1ex.）
Chrysomelidae　ハムシ科
48 *Gastrophysa atrocyanea*　コガタルリハムシ
　自然観察空間（7.16　1ex.）
49 *Agelastica coerulea*　ハンノキハムシ
　自然観察空間（8.13　1ex.）

50　*Atrachya menetriesi*　ウリハムシモドキ
　　自然観察空間（7.1　目視確認）
51　*Chrysomela populi*　ドロノキハムシ
　　自然観察空間（8.14　1ex.）
52　*Basilepta fulvipes*　アオバネサルハムシ
　　自然観察空間（7.25　1ex.）
Tenebrionidae　ゴミムシダマシ科
53　*Gonocephalum recticolle*　カクスナゴミムシダマシ
　　自然観察空間（7.31　トラップ採集）
54　*Gonocephalum japanum*　スナゴミムシダマシ
自然観察空間（8.8　トラップ採集）
Cerambycidae　カミキリムシ科
55　*Corymbia succedanea*　アカハナカミキリ
　自然観察空間（7.16　1ex.）
Curculionidae　ゾウムシ科
56　*Lixus maculatus*　アイノカツオゾウムシ
　　自然観察空間（6.19　1ex. オオヨモギの葉上）

HYMENOPTERA　**ハチ目**
Vespidae　スズメバチ科
57　*Vespa mandarinia*　オオスズメバチ
　　自然観察空間（8.26　1 ワーカー）
58　*Vespa simillima*　ケブカスズメバチ
　　自然観察空間（9.4　1 ワーカー）
59　*Vespa analis*　コガタスズメバチ
　　自然観察空間（9.10　アズキナシに飛来）
60　*Vespa crabro*　モンスズメバチ
　　トンボ池周辺（10.1　1ex.）
Apidae　ミツバチ科
61　*Bombus yezoensis*　エゾナガマルハナバチ
　　自然観察空間（7.11　1 ♀）
62　*Bombus terrestris*　セイヨウオオマルハナバチ
　　自然観察空間（7.11　ホザキナナカマドに多数飛来）
63　*Bombus hypocrite sapporoensis*　エゾオオマルハナバチ
　　自然観察空間（7.25　1 ♀）
64　*Bombus deuteronymus deuteronymus*　ハイイロマルハナバチ
　　自然観察空間（8.26　1 ♀）

65　*Apis mellifera*　セイヨウミツバチ
　　自然観察空間（7.11　1♀）
Crabronidae　ギングチバチ科
66　*Ectemnius sp.*　ギングチバチの１種
　　自然観察空間（8.11　1♀）
Megachilidae　ハキリバチ科
67　*Megachile tsurugensis*　ツルガハキリバチ
　　自然観察空間（8.1　1♀）
Ichneumonidae　ヒメバチ科
68　*Achaius oratorius albizonellus*　シロスジヒメバチ
　　自然観察空間（7.31　1ex.）
69　*Habronyx insidiator* コンボウアメバチ
　　自然観察空間（8.20　1ex.）
70　*Pterocormus generosus*　マダラヒメバチ
　　自然観察空間（8.11　1ex.）
Tiphiidae　コツチバチ科
71　コツチバチの１種
　　自然観察空間（8.7　1ex.）
Eumenidae　ドロバチ科
72　*Ancistrocerus melanocerus*　ケブカスジドロバチ
　　自然観察空間（7.23　2♀　ホザキナナカマド）
Formicidae アリ科
73　*Formica sanguinea*　アカヤマアリ
　　自然観察空間（5.15　1ex.）
74　*Formica japonica*　クロヤマアリ
　　自然観察空間（5.15　1ex.）

DIPTERA　**ハエ目**
Tipulidae　ガガンボ科
75　*Nephrotoma sp.*　ホソガガンボの１種
　　自然観察空間（8.14　1ex.）
Culicidae カ科
76　*Anopheles sinensis*　シナハマダラカ
　　自然観察空間（8.11　1ex.）
Chironomidae　ユスリカ科
77　ユスリカの１種
　　トンボ池（8.20　幼虫：水中網）

Tabanidae　アブ科

78　*Tabanus rufidens*　ヤマトアブ

自然観察空間（7.23　1♀）

79　*Tabanus trigonus*　ウシアブ

ウッドデッキ（7.23　1♀）

80　*Hirosia sapporoensis*　キンイロアブ

ウッドデッキ（7.18　1♀）

Asilidae　ムシヒキアブ科

81　*Promachus yesonicus*　シオヤアブ

自然観察空間（7.13　1♂、7.31　1♀目視確認）

Conopidae　メバエ科

82　*Physocephala obuscura*　オオマエグロメバエ

自然観察空間（7.23　1ex.）

Syrphidae　ハナアブ科

83　*Volucella pellucens tabanoides*　シロスジベッコウハナアブ

自然観察空間（7.23　1♀、8.26　1ex.）

84　*Episyrphus balteatus*　ホソヒラタアブ

自然観察空間（7.8　1ex.）

85　*Sphaerophoria phianthus*　キタヒメヒラタアブ

自然観察空間（5.22　1ex.）

86　*Platycheirus angustatus*　ホソヒラアシヒラタアブ

自然観察空間（7.25　1♂ホザキナナカマド）

87　*Helophilus sapporensis*　キベリアシブトハナアブ

自然観察空間（7.31　1♀ウッドデッキ上）

88　*Eristalinus tarsalis*　ホシメハナアブ

自然観察空間（7.31　1♀ウッドデッキ上）

Muscidae　イエバエ科

89　*Muscina stabulans*　オオイエバエ

自然観察空間（7.25　1ex.）

Calliphoridae　クロバエ科

90　*Lucilia caesar*　キンバエ

自然観察空間（7.25　1ex.）

Sarcophagidae　ニクバエ科

91　*Paraarcophaga similis*　ナミニクバエ

自然観察空間（7.25　1ex.）

Tachinidae　ヤドリバエ科

92　*Exorista japonica*　ブランコヤドリバエ

自然観察空間（8.6　1ex.）

93 *Prosena siberita* クチナガハリバエ
自然観察空間（7.25 1♂ ホザキナナカマド）
94 *Zophomyia tremula* クロツヤナガハリバエ
自然観察空間（7.25 1♂ ホザキナナカマド）
95 *Tachina sp.* セスジハリバエの1種
自然観察空間（7.16 1ex.）

TRICHOPTERA **トビケラ目**
Phryganeidae トビケラ科
96 *Eubasilisa regina* ムラサキトビケラ
自然観察空間（7.1 1ex.）
Stenopsychidae ヒゲナガカワトビケラ科
97 *Stenopsyche marmorata* ヒゲナガカワトビケラ
自然観察空間（8.19 1ex.）
Limnephilidae エグリトビケラ科
98 *Nothopsyche pallipes* トビイロトビケラ
自然観察空間（9.30 1ex.）

LEPIDOPTERA **チョウ目**
Papilionidae アゲハチョウ科
99 *Papilio machaon hippocrates* キアゲハ
自然観察空間（7.31 目視確認）
100 *Papilio bianor dehaanii* カラスアゲハ
自然観察空間（7.31 目視確認）
101 *Papilio maackii* ミヤマカラスアゲハ
自然観察空間（7.31 目視確認）
Pieridae シロチョウ科
102 *Pieris brassicae* オオモンシロチョウ
自然観察空間（8.19 1ex.）
103 *Pieris rapae crucivora* モンシロチョウ
自然観察空間（7.25 1ex.）
104 *Colias erate poliographus* モンキチョウ
自然観察空間（7.8 目視確認）
105 *Aporia crataegi adherbal* エゾシロチョウ
自然観察空間（6.27 1ex.）
106 *Pieris napi nesis* エゾスジグロシロチョウ
自然観察空間（5.22 1ex.）

107　*Pieris melete melete*　スジグロシロチョウ
　　自然観察空間（7.8　1ex.）
Nymphalidae　タテハチョウ科
108　*Vanessa indica*　アカタテハ
　　自然観察空間（9.4　1♂）
109　*Cynthia cardui*　ヒメアカタテハ
　　自然観察空間（9.4　1♂）
110　*Inachis io geisha*　クジャクチョウ
　　自然観察空間（7.16　ホザキナナカマドに多数飛来）
111　*Argyronome laodice japonica*　ウラギンスジヒョウモン
　　自然観察空間（7.25　1ex.）
112　*Argynnis paphia tsushimana*　ミドリヒョウモン
　　自然観察空間（9.4　1♂）
Lycaenidae　シジミチョウ科
113　*Celastrina argiolus ladonides*　ルリシジミ
　　自然観察空間（7.8　1ex.）
114　*Everes argiades hellotia*　ツバメシジミ
　　自然観察空間（7.21　1ex.）
115　*Lycaena phlaeas daimio*　ベニシジミ
　　自然観察空間（7.31　目視確認）
116　*Strymonidia w-album fentoni*　カラスシジミ
　　自然観察空間（7.11　1ex.）
Hesperiidae　セセリチョウ科
117　*Bibasis aquiline chrysaeglia*　キバネセセリ
　　自然観察空間（7.6　1ex.）
118　*Ochlodes venatus venatus*　コキマダラセセリ
　　自然観察空間（7.8　1ex.）
Satyridae　ジャノメチョウ科
119　*Ypthima argus*　ヒメウラナミジャノメ
　　自然観察空間（7.11　1ex.）
Geometridae　シャクガ科
120　*Timandra comptaria*　コベニスジヒメシャク
　　自然観察空間（7.11　1ex.）
Saturniidae　ヤママユガ科
121　*Saturnia japonica japonica*　クスサン
　　自然観察空間（9.2　1ex.）

Sphingidae　スズメガ科

122　*Deilephila elpenor lewisii*　ベニスズメ

自然観察空間（8.8　メマツヨイグサ上に幼虫確認）

Lymantriidae　ドクガ科

123　*Lymantria dispar praeterea*　マイマイガ

自然観察空間（7.11　幼虫確認）

124　*Lymantria mathura aurora*　カシワマイマイ

自然観察空間（8.8　ハルニレ幹に多数）

Arctiidae　ヒトリガ科

125　*Stigmatophora leacrita*　ゴマダラキコケガ

自然観察空間（10.10 幼虫確認）

126　*Eilema okanoi*　ミヤマキベリホソバ

自然観察空間（8.14　1ex.）

Noctuidae　ヤガ科

127　*Catocala lara*　オオシロシタバ

自然観察空間（8.6　1ex.）

128　*Diachrysia stenochrysis*　オオヒサゴキンウワバ

自然観察空間（8.7　1ex.）

129　*Heliothis maritima adaucta* ツメクサガ

自然観察空間（8.6　1ex.）

130　*Amphipyra pyramidae yama*　シマカラスヨトウ

館内（8.12　1ex.）

Pyralidae　メイガ科

131　*Spoladea recurvalis*　シロオビノメイガ

自然観察空間（10.3　1ex.）

132　*Cotachena pubescens*　キスカシノメイガ

自然観察空間（8.6　1ex.）

133　*Oncocera semirubella*　アカマダラメイガ

自然観察空間（8.11　1ex.）

134　*Calamotropha nigripunctellus*　キスジツトガ

自然観察空間（9.2　1ex.）

引用文献

＜植物＞

舟橋　健ほか　2006.　旭川市科学館敷地内の草本植物調査．　旭川市科学館研究報告 ,1:1-4.

成田　一芳ほか　2008.　　旭川市科学館野外自然観察空間の植物調査について．　　旭川市科学館研究報告，3：33-39

五十嵐　博　2000.　北海道帰化植物便覧．　北海道野生植物研究所 .

石川　信夫ほか　2004.　（仮称）旭川市青少年科学館建設予定地の生態系調査について（第 1 報）．　旭川市青少年科学館報 ,2:2-14.

磯　清志ほか　2007.　旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について．　旭川市科学館研究報告 ,2:1 － 22.

磯　清志ほか　2009.　旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について．　旭川市博物科学館研究報告 ,1:1 － 26.

岩月　善之助編　2001.　日本の野生植物　コケ　平凡社 .

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 .

佐竹　義帆ほか編　1999.　新装版日本の野生植物　草本Ⅰ～Ⅲ　平凡社 .

佐藤　孝夫　2004.　新版北海道樹木図鑑　亜璃西社 .

清水　健夫編　2003.　日本の帰化植物　平凡社 .

梅沢　俊　2007.　新北海道の花　北海道大学出版会 .

＜鳥類＞

Cramp S(1988) *Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Vol.V. Tyrant Flycatchers to Thrushes.* Oxford University Press, Oxford.

磯清志・出羽寛・成田一芳・舟橋健・佐々木恵一・南尚貴・山崎理子 2007 .
旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について .
旭川市科学館研究報告 . 第 2 号：1-22

磯清志・出羽寛・成田一芳・舟橋健・佐々木恵一・南尚貴 2009.
旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について .
旭川市博物科学館研究報告 . 第 1 号：1-26

加藤和弘 (1996) 都市緑地内の樹林地における越冬期の鳥類と植生構造の関係　ランドスケープ研究 59(5)：77-80

河井大輔・川崎康弘・島田明英 (2003) 北海道野鳥図鑑　亜璃西社

Kinoshita M (1997) Vegetational type of Stonechats *Saxicola torquata* habitat during breeding season.　Jpn.J.Ornithol.46:111 － 120.

前田琢 (1993) 鳥類保護と都市環境－鳥のすめる街づくりへのアプローチ－ 山階鳥研報 25:105 － 136

森本豪・加藤和弘 (2005) 緑道による都市公園の連結が越冬期の鳥類分布に与える影響　ランドスケープ研究 68(5)：589-592

＜ほ乳類＞
石川信夫・小河幸次・斉藤和範・塩田惇・鈴木紘一・出羽寛・藤井忠行・佐々木恵一・坂本孝生・南尚貴（２００４）（仮称）旭川市青少年科学館建設予定地の生態系調査について（第１報），旭川市青少年科学館報，Vo.2:2-14.
＜昆虫＞
磯清志・出羽寛・成田一芳・舟橋健・佐々木恵一・南尚貴・山崎理子 2007 .
旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について .
旭川市科学館研究報告 . 第 2 号：1-22
磯清志・出羽寛・成田一芳・舟橋健・佐々木恵一・南尚貴 2009.
旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について .
旭川市博物科学館研究報告 . 第 1 号：1-26

モイワランにおける果実期のクロロフィル発現と葉鞘の確認

舟橋　健 *1　　末次健司 *2　　松井　洋 *3

1　はじめに

モイワラン *Cremastra aphylla* の概要については，旭川市博物科学館研究報告第 2 号「初めて出会った植物たち（旭川）」で記したが，2008 年発見後，再度見たいと思い，群生地を探したが見つける事が出来なかった。2010 年見つける事が出来て観察したので報告する。

2　観察地及び観察期間

観察地は，深川市であるが，登山口は旭川市神居古潭にあり神居岩ハイキングコース沿い標高 195 mの落葉広葉樹林内である。

観察は 2010 年 6 月から 10 月まで行う。

3　観察記録

群生地の変化とモイワランの変化の観察を行った。

・6 月 18 日　　モイワランの群生を見つける。この場所は 2008 年に最初に発見した場所と同じ所であると判明する。花茎は 27 本あった。この地を観察地とする。

この地近くで 5 本程つぼみ状態のモイワランも見つける。

・6 月 28 日　　花茎下の落葉を 1 枚 1 枚と除いて下から昨年の果実を見つけた。本報告者の一人である，末次はこの果実から糸状の種子を一部取り出し，発芽試験の為周り何箇所かに植付けを行う。この他，花の匂い調査，照度調査，近くの菌類調査等を行う。再度花茎数を調べる，27 本で変わらず。花茎の高い物の 3 本の高さを計測，66cm・65cm・64cm この花茎の花数は 18・15・22 個あつた。

・7 月 25 日　　花茎は殆んど暗紫色で黒く枯れている様であるが倒れず立っていた。果実が少し膨らみかけていた。果実のみ表面が緑色（少し淡紫色が入った）であった。

・9 月 6 日　　群生地の地面を見ると彼方此方から淡紫褐色の“葉”（この“葉”の構造は近縁種のサイハイランの通常葉の基部に存在する葉鞘に極めて似ている為，現時点では，組織学的な確証を得られていないものの，今後，本報告では葉鞘と呼ぶ）が出ている。数えると 13 枚それぞれ 1 枚 1 枚別々に伸びていた。春の水仙の芽出しの様な肉厚な地上長 3cm までの物である。葉が無いと言われているモイワランに葉鞘が出ている。新知見か？

別の所で確認の為，掘り出して見ると塊根部は 12cm で，葉鞘部は 7.5cm あった。

*1 サイエンスボランティア旭川特別学芸員　　*2 京都大学大学院院生　　*3 札幌市

果実は長さ 2cm 程の楕円形になり，1 株に 3 個，1 株に 2 個付いた物 2 株，1 株に 1 個付いた物があり群生地内に全部で 8 個付いていた。
今回見た葉鞘は，更に伸びるのか，サイハイランの様に別の葉（越冬葉）が出てくるのか。この葉鞘で同化作用が行われるか，未知の事ばかり，疑問が頭を巡る。
・10 月 1 日　　葉鞘の確認を行う。葉鞘は 20 枚あり全部の地上長を測ると 6.0 ～ 2.0cm であつた。その内の長い物 6.0・5.5・5.5cm の物は，黒くなり萎びた感じになっていた。果実は 3 個あり緑色であった。
葉鞘の 10 本に輪ゴムを置いた。この葉鞘の下から花茎が伸びて来るか知りたくて，傾斜がある所なので雪の重さで移動して失敗するかも。
・10 月 23 日　　落ち葉で地面が見えない。落葉を除けて葉鞘の状態を見たが，殆んどが枯れて形が無いもの，黒くなって形が崩れている物等で，形がしっかりした物は 3 枚だった。
落葉を戻して今年の観察終わる。

4　考察

モイワランは，菌寄生に強くシフトした生活史を展開し，まったく普通葉を生じない（遊川 1999）とされており，共生菌よりすべての養分を得る菌従属栄養植物（腐生植物）と思われてきた。しかしながら今回の観察により，果実期には実が緑色になることが明らかになった。その後，本報告者の一人である，末次が蛍光顕微鏡等を用いることで，この緑色が間違いなく，葉緑素によるものであることが明らかにしている（末次　未発表データ）。モイワランが葉緑素を保持することにより，多少なりとも光合成しているかどうかを明らかにすることは今後の課題といえるであろう。さらに葉が無いと言われていたモイワランにも，花期が終わるころには葉鞘がみられることも新たな知見である。サイハイランの場合も花期には葉が枯れて，しばらく夏眠したのち，晩夏のころ葉鞘から芽を出して普通葉を展開する。モイワランが花期ではなく，果実期に，クロロフィルをよりたくさん合成すること，普通葉は生じないとはいえ，サイハイランと同じような葉鞘を生じることは，近縁種であるサイハイランの性質を色濃く残しているといえる。また，栄養繁殖（花期）時に，葉を枯らす性質をもつサイハイラン自体も，自身の光合成の他に，菌からも炭素源を補うことができるのかもしれない。

そもそも，多くの陸上植物（なんと全ての被子植物の 80 パーセントにも及ぶ植物）が根圏において菌根菌と共生関係を結んでいることが知られている。本来植物は光合成で得た同化産物（炭素源）を菌根菌に提供し，その見返りに菌根菌は水や無機塩類の吸収や防衛の手助けをしている。一方，植物の中には，光合成能力を失い，菌根菌から養分を得るようになった菌従属栄養植物が知られている。完全に葉緑素をもたないギンリョウソウ，オニノヤガラなどはこの好例である。本来，相利共生を結んでいた植物が，そのようにして光合成能力を失い，寄生に転じたのかは，大きな謎とされてきた。モイワランのような普通葉を持たないが，クロロフィルや葉鞘を生じる植物

の存在は，突如として完全に無葉緑の植物が誕生したのではなく，植物が菌に頼る度合いを強めていく過程で，光合成を行う必要が徐々になくなり，菌従属栄養植物が誕生したという仮説を想起させる。すでにキンラン属の植物は，光合成をしながらも，菌からも炭素を奪っていることが明らかにされている（Julou et al. 2005）。しかしながらキンラン属の植物は，一見すると光合成だけで生育できると思えるような普通葉を持つ点で，モイワランとは大きく異なる。モイワランは，完全に菌に寄生する植物と，キンラン属のような植物の中間段階にいるのであろう。

モイワランを含む菌に寄生する植物は，安定した原生林でなければ生育することができない。また共生菌なしでは生きていけないこれらの種の存在は，目には見えにくい菌類を含む地下のネットワーク全体が豊かに息づいていることを物語っている。我々も観察の際は，自生地のかく乱を最小限にするよう心がけている。今後もこの素晴らしい植物とその生育に適した環境が維持されるように見守っていきたい。

参考文献

舟橋　健（2010）初めて出会った植物たち（旭川）. 旭川市博物科学館研究報告第 2 号, 61 - 63

遊川 知久 日本産菌寄生ラン科の新種, モイワラン *(Cremastra aphylla)* Cremastra aphylla（Orchidaceae）, a New Mycoparasitic Species from Japan. 筑波実験植物園研究報告 1999 18, 59-63

Julou T, Burghardt B, Gebauer G, Berveiller 1 D, Damesin C, Selosse MA **Mixotrophy in orchids: Insights from a comparative study of green individuals and nonphotosynthetic individuals of *Cephalanthera damasonium.*** New Phytol 2005 **166**:639-653.

モイワラン群生・観察地

前年の果実と糸状種子

初めて確認した葉鞘

塊根部と葉鞘

サイハイランの葉と葉鞘

緑色の果実

石狩川中流におけるサケ *Oncorhynchus keta* の自然産卵

Natural reproduction of chum salmon , *Oncorhynchus keta*, in the midlle of Ishikari River

有賀 誠 *1・山田直佳 *2・有賀 望 *3・津田裕一 *4・本多健太郎 *5・宮下和士 *5
Makoto Aruga・Naoyoshi Yamada・Nozomi Aruga・Yuichi Tsuda・Kentaro Honda・Kazushi Miyashita

1　はじめに

石狩川は，かつて北海道でも有数のサケ *Oncorhynchus keta* の遡上河川で，旭川市がある上川盆地を産卵場とし，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）。サケの遡上は戦後もしばらく続き，1950 年代までは石狩川中・上流に複数の捕獲場があり（現在の深川市・旭川市等），多い年には年間 1 万尾以上に及ぶサケの捕獲記録が残っている（北海道さけ・ますふ化事業百年史編纂委員会 1998, 深川市 1977,1994）。その後，高度経済成長期における河川の水質汚濁，さらに 1964 年に河口から約 120km 離れた石狩川中流へ農業用取水堰（以下，「旧花園頭首工」）が建設されたことで，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）。しかし，1970 年代以降の水質改善，さらに 2000 年には旧花園頭首工へ魚道が設置されたことにより，現在では少ないながらも石狩川上流へのサケの遡上が確認されている（有賀ほか 2009）。さらに，2009 年には上川盆地の石狩川の支流・忠別川，2010 年には石狩川本川でサケの自然産卵が確認され，新聞報道等により一般市民の関心も高まっている。

石狩川におけるサケの遡上回復を受け，「独立行政法人水産総合研究センター・さけますセンター」では“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”を目的とした大規模な稚魚放流を実施することとなった（鈴木 2010）。この放流は 2009 年より実施され，放流規模は 3 年間で 150 万尾（年間 50 万尾）に及ぶ。サケは 1 ～ 7 年の海洋生活を経て母川に回帰する（永田 2003）。したがって，石狩川では，2010 年より大規模放流個体の遡上（主群は 2012 ～ 2015 年）が始まることとなる。

石狩川上流のサケが注目される中，筆者らは石狩川中流の旧花園頭首工下流において，自然産卵するサケの個体群の存在を確認した。今後，上述の大規模放流個体が大量に回帰した場合，周辺域は石狩川上流に遡上するサケの通過点となるため，これらの自然産卵個体群と混同してしまう可能性が高い。本論では，大規模放流個体が回帰する前の石狩川中流の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，数年の産卵床調査の記録をまとめた。

2　方法

2-1　調査地

石狩川は，流路延長 268km，流域面積 1,4330 ㎢の北海道最大の一級河川である。北海道中央部の大雪山連峰石狩岳（標高 1,962m）に源を発し，層雲峡に代表される渓谷

*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 豊平川さけ科学館
*4 近畿大学水産研究所 *5 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

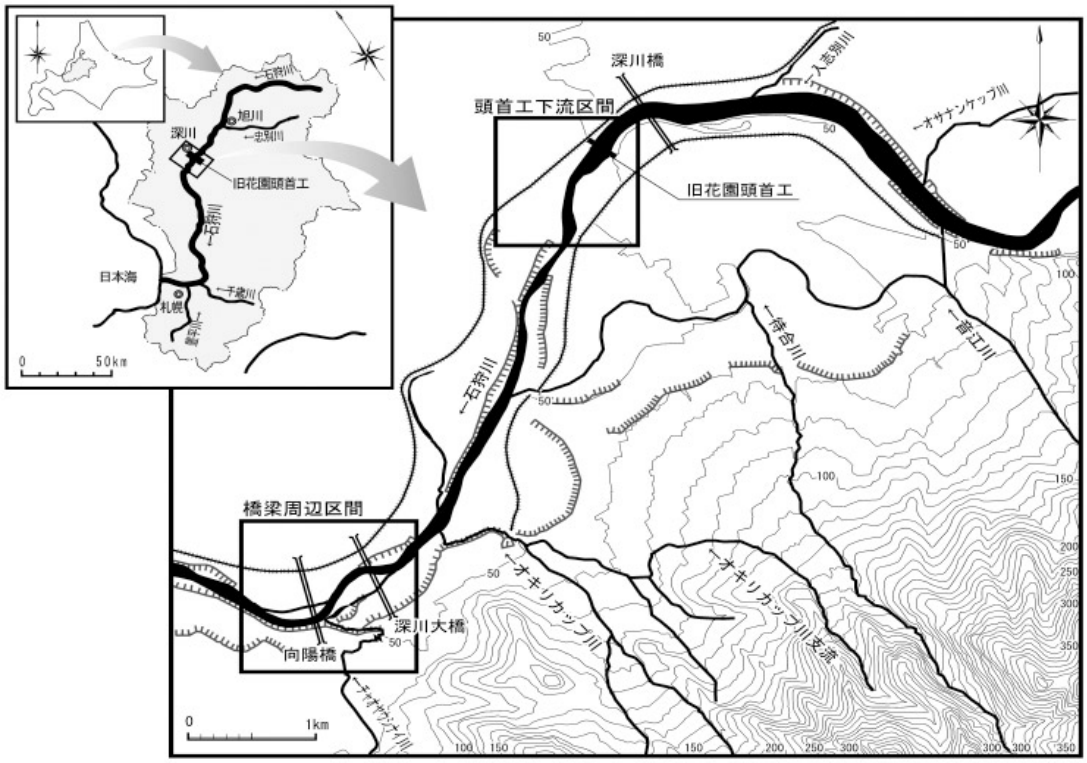


図 1. 調査位置図
調査地は，河口から約 120km 上流の石狩川中流で，旧花園頭首工より下流約 5km 区間である。現地踏査を実施し，流況，砂州・中州の形状，河床材料および調査時の安全性等を考慮し，上記範囲から頭首工下流区間と橋梁周辺区間を抽出し，産卵床の確認を行った。

を流下して上川盆地へ至る。上川盆地では，忠別川や牛朱別川等の支川と合流し，神居古潭の渓谷を流下して石狩川平野に抜ける。その後，雨竜川，空知川と合流して流量を増して流下し，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を挟んで石狩川を上流と中流に区分している。

調査地は，河口から約 120km 上流の石狩川中流で，旧花園頭首工の下流約 5km の範囲とした（図 1）。これより下流は水深が深くなり，産卵適地が少なくなるからである。なお，下流端の向陽橋周辺は，旧花園頭首工下流で捕獲したサケに発信器を装着したテレメトリー調査で，産卵直後の追跡個体を確認した場所である（北海道開発局 2007）。

周辺は石狩平野の上流端にあたり，河床勾配が約 1/1000，河床材料は砂，砂礫および石礫で，幅約 150m の低水路が緩やかに蛇行しながら流下する。流路の蛇行箇所や橋梁の横断箇所では流路の分流，砂州の形成が見られる。

産卵床の確認は，全域を踏査し，流況，砂州・中洲の形状および河床材料を踏まえ，サケが産卵する可能性が高く，安全に調査を行うことができる以下の区間を中心に行った（図 1）。

(1) 頭首工下流区間：旧花園頭首工下流の約 500m 区間。石狩川は頭首工を挟んで大きく湾曲し，魚道が設置された右岸が主流路となっている。流路中央部には延長約 300m の中洲，左岸には砂州が広がる。近年，右岸の魚道下流に小規模な中洲が形成された（写真 1）。

(2) 橋梁周辺区間：旧花園頭首工の約 4km 下流，深川大橋～向陽橋の周辺約 1km 区間。湾曲する河道形状と橋脚の影響により砂州が発達する。上流側の深川大橋の橋脚下流から約 400m にわたり左岸に砂州が広がる（写真 2)。主流路は右岸に大きく湾曲し，一部は細流となって砂州内を流下する。この細流は，砂州下端で主流路と合流するが，合流付近はワンド状態を呈する。その後，主流路は向陽橋を挟んで左岸を流下する。向陽橋の直上流から約 500m の砂州が下流に向かって広がる。ここでも流路の一部が分流し，分流した流路は右岸沿いにほぼ直線状に流下する。

写真 1. 河川状況（2010.9 月撮影）
左）頭首工下流区間：旧花園頭首工右岸より下流方向を展望。左岸に砂州が広がり，流路中央部に中洲が延びる。2009 年には右岸の魚道下流に小規模な中洲が形成された。
右）橋梁周辺区間：向陽橋より上流方向を展望。写真奥の橋梁が深川大橋。深川大橋より下流から砂州が延び，主流路は右岸を流れて一部が砂州内を分流する。砂州下端の合流付近はワンド状態となっている（白矢印)。写真手前は向陽橋周辺に広がる砂州で，ここでも流路は一部が分流して岸沿いを直線状に流下し（黒矢印)，本流は向陽橋を挟んで大きく左岸に湾曲する。

2-2　産卵床調査

産卵床調査は 2007 ～ 2009 年に 9 月下旬から約 1 ～ 2 ヶ月間，産卵床の痕跡が確認可能な 2 週間程度の間隔を目安として 2 ～ 4 回／年行った。ただし，2007 年はサケの自然産卵を最初に確認した年で，10 月下旬 1 回のみの確認である。

調査方法は，調査区間の河床を目視で確認しながら踏査し，発見した産卵床の位置を携帯型 GPS あるいは白地図上に落とし，地図上にプロットした。

2-3　石狩川における稚魚放流数の把握

石狩川上流では，上述したとおり過去に一度サケの遡上が途絶えたが，主に旭川市を中心にサケの稚魚放流が市民団体により継続されてきた。そこで，旧花園頭首工より上流で放流されたサケの稚魚について，放流団体への発眼卵供与数に関する資料収集および聞き取り調査を実施した。

3　結果

3-1　産卵床数

2006 ～ 2009 年の産卵床確認数の合計は 91 床だった (表 1)。2006 年の確認数は 4 床のみだったが，2007 年は 46 床，2009 年は 41 床の産卵床を確認した。2008 年は頭首工下流，橋梁周辺区間のいずれにおいても確認できなかった。未確認だった 2008 年を除く 3 年間の産卵床確認箇所の分布を図 2 に示す。以下に各区間の分布状況を示す。

<u>頭首工下流区間</u>

頭首工下流区間では，2007 年と 2009 年の 2 ヵ年で合計 30 床の産卵床を確認した。

表 1. 調査実施年別の産卵床確認数

調査年	調査区間		合計	備考 調査回数 (実施期間)
	頭首工下流	橋梁周辺		
2006	−	4	4	1 回（10.17）
2007	3	43	46	3 回（9.28 ～ 11.1）
2008	0	0	0	2 回（9.27 ～ 10.22）
2009	27	14	41	4 回（9.25 ～ 12.1）
	30	61	91	

“−”は未実施を示す。

2007 年は頭首工から約 400m 下流の左岸砂州の水際で 3 床の産卵床を確認した。しかし，翌年には砂泥が堆積し，以後，この場所では産卵床を確認できていない。

2009 年は，上記の確認箇所から約 200m 上流と砂州の上流端に各 1 床を確認した。そのほか，この年は中洲へのアクセスが可能となり，ここで合計 22 床の産卵床を確認した。産卵床は，主に右岸（主流路側）の中央から下流にかけて分布し，1 箇所 5 ～ 10 床を確認した。また，右岸の魚道入口周辺の小規模な砂州でも 3 床の産卵床を確認した。

頭首工下流で確認した 2009 年の産卵床のうち，左岸沿いの 1 箇所と中洲の 1 箇所について，2010 年 3 月 6 日に産卵床内の水温と河川水を計測したところ（図 2），河川水 3.0℃に対し，左岸沿いの産卵床内は 8.4℃，中洲の産卵床内は 4.2℃だった。このとき，中洲の産卵床周辺において数尾のサケの稚魚を目視で確認した。

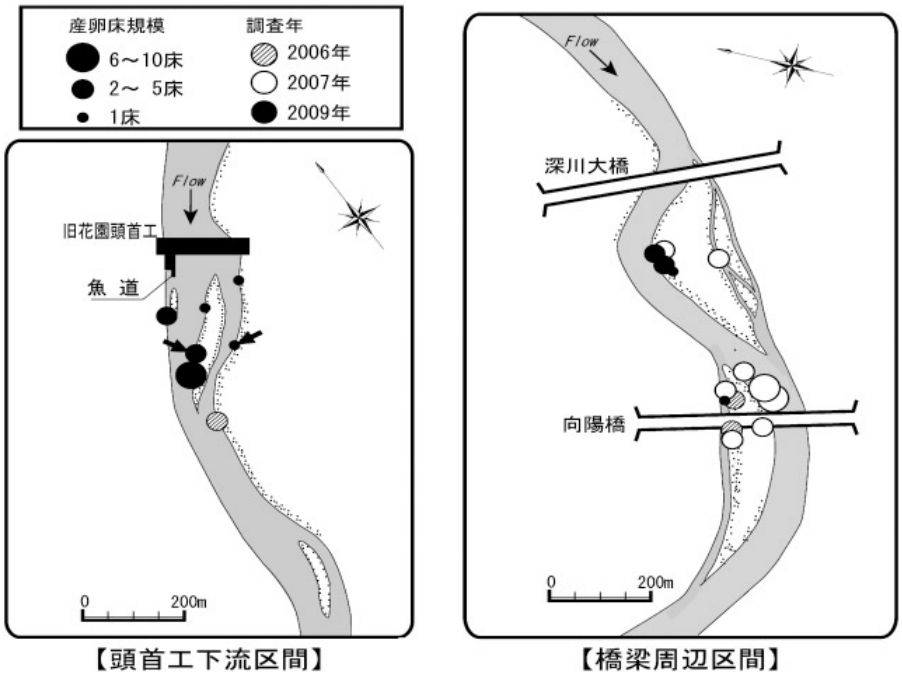


図 2. 産卵床の分布（2006 ～ 2009 年）
図中●のサイズは産卵床の規模，●の色は調査年を示している。白矢印は産卵床内の水温計測実施箇所（2010.3.6）。

橋梁周辺区間

橋梁周辺区間では，合計 61 床の産卵床を確認した。

2006 年は向陽橋の右岸分流沿いに 2 箇所で合計 4 床の産卵床を確認した。ここは，旧花園頭首工下流で捕獲したサケに発信器を装着した追跡調査において，産卵後の追跡個体を確認した場所である（北海道開発局 2007）。

2007 年は最も多い 43 床の産卵床を確認した。このうち 31 床が向陽橋周辺に分布し，その多く（24 床）が本流沿いの砂州上流部に集中していた。そのほか，2006 年と同様に分流沿いの 2 箇所に 7 床，流路中央の橋脚部に 1 床を確認した。一方，深川大橋周辺では，砂州中央部の本流沿い 2 箇所に計 7 床，砂州内の分流で 5 床の産卵床が分布していた。

2009 年は 14 床の産卵床を確認したが，2007 年の分布傾向と異なり，向陽橋周辺では分流沿いに 1 床のみで，残りは全て深川大橋周辺の砂州（本流沿い）に集中していた。2007 年に分流で産卵床を確認した場所には，土砂が堆積し，以前と比べると流れがほとんどなくなり，砂泥が堆積していた。

3-2　稚魚の放流規模

市民によるサケの稚魚の放流活動は，㈳北海道さけます増殖事業協会から各団体へ発眼卵が供与され，通常は冬期間の飼育を経て，稚魚となった翌春に放流されるものである。最近では河川に卵を埋設する「卵放流」を行っている釣り団体もある。石狩川上流への発眼卵供与は，1983 年の市民団体「大雪と石狩の自然を守る会」への 3,000 粒に始まり，その後，多くの団体が発眼卵の供与を受け，稚魚放流が継続されてきた。石狩川上流における稚魚放流団体への発眼卵供与数の推移を図 3 にまとめた（1983 ～ 2009 年）。1980 ～ 1990 年代前半は，上記「大雪と石狩の自然を守る会」への 3,000 ～ 5,000 粒だけだったが，1990 年代中頃からは，旭川市をはじめとする周辺町村の小学校への供与が増え，20,000 粒規模に増えている。その後，2000 年に旧花園頭首工への魚道設置，上川盆地へのサケの遡上の確認以降，市民団体や釣り団体等の参加が増え，現在は 40,000 粒規模となっている。なお，供与された卵の飼育成功率は，各団体への聞き取り調査によると，放流の大部分を占める市民団体や釣り団体で 80 ～ 95%，小学校等の学校教育では 50% ～ 90%だった。

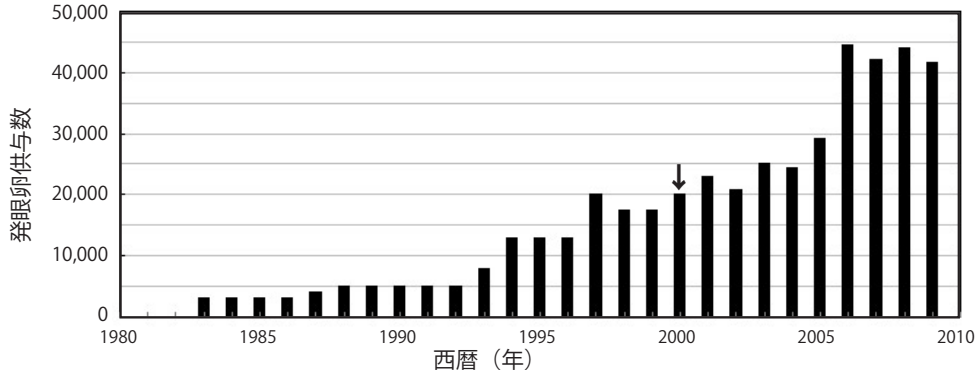


図 3. サケ稚魚放流団体への発眼卵提供数の推移
発眼卵の供与は年末の 12 月に行われる。したがって，稚魚の放流年は供与年の翌年（春）となる．黒矢印は旧花園頭首工への魚道が設置された年を示す。

4　考察

4-1　石狩川中流のサケの産卵床の分布

サケの産卵床の分布については，鈴木（1999）が遊楽部川において異なる空間スケールで整理し，河川空間スケールでは屈曲度が高くて瀬 - 淵構造や分流のある区間，流路単位スケールでは攻撃斜面（流れがぶつかる岸側）とは反対の滑走斜面側の淵や平瀬で産卵床の分布が多いことを示している。さらに，こうした場所では河道内に形成された砂州を通じた伏流水が，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，確認した産卵床の多くは，いずれも流路が湾曲する内側，すなわち滑走斜面側もしくは分流に分布していた（図 2)。したがって，これらの場所には産卵床に選択された要因として伏流水に由来する湧出水の存在が考えられる。

こうした伏流水のほかに，サケの産卵にとって重要な条件の一つに湧水がある（佐野 1959, 小林 1968)。これについても調査地周辺には湧水を利用する「孵化場」が 1973 年まで旧花園頭首工近傍に設置されていた記録がある（深川市 1977,1994)。また，周辺域の過去の地形図には“湧水池”を示す「芽生（メム)」,“サケの産卵場”を示す「一己（イチヤン)」（山田 1984）の地名が記されており（図 4)，湧水を利用して産卵していたサケの存在を示唆している。旧地名に関しては，上記以外にも深川市史（1977）や新深川市史（1994）の中で「イチャン（サケ産卵場)」,「イチャンエトコ（サケ産卵場水源の山)」,「イチャンパオマナイ（サケ産卵場の上手にある川)」,「オキリカップ（川尻がサケの産卵場)」,「イジャン」あるいは「イチャニ（サケの掘り)」などサケの産卵に関する多くの地名が調査地周辺の石狩川沿いにあったことが示されており，相当規模のサケの産卵が行われていたことが推測される（図 5)。

ここで，調査地周辺の地形を俯瞰すれば，左岸側に山地が近接し，そこから音江川，待合川，オキリカップ川等の河川が扇状地を形成しつつ石狩川へ流入している（図 1)。その石狩川は，旧河道である河跡湖や「中島」の地名等から周辺域を蛇行しながら網状に流れていたことを示しており（図 4)，こうした流路の変動によって上記の扇状地末端の一部も侵食されている（図 1)。周辺域は，扇状地末端の扇端付近からの湧水や旧河道の「良透水層」の砂礫層を経路とした地下水が湧出する可能性等が考えられる。現在の地下水の流れは不明だが，頭首工下流区間の左岸で確認した産卵床内の水温は河川水温 3℃に対して 8.6℃と高く（図 2)，湧水と判断できるものであったことから，周辺域には今なお地下水が湧出する構造が維持されているものと推測される。

以上より石狩川中流で産卵するサケは，産卵に適した伏流水，湧水が想定される産卵適地で自然産卵を行っていると考えられる。

なお，各年の産卵床の分布にはバラツキがみられる。2007 年は橋梁周辺区間，特に向陽橋周辺に集中していた。一方，2009 年は頭首工下流と橋梁周辺区間の産卵床の分布がほぼ同程度で，橋梁周辺区間ではむしろ深川大橋周辺に分布していた（図 2)。頭首工下流区間の産卵床確認箇所の左岸砂州下端が翌年には土砂で埋没してしまったり，橋梁周辺区間の深川大橋周辺における砂州内の分流が流路変動の影響を受けて流況が変化してしまったりしたことを考慮すると，出水による微地形の変化が産卵床の分布に影響を与えている可能性がある。

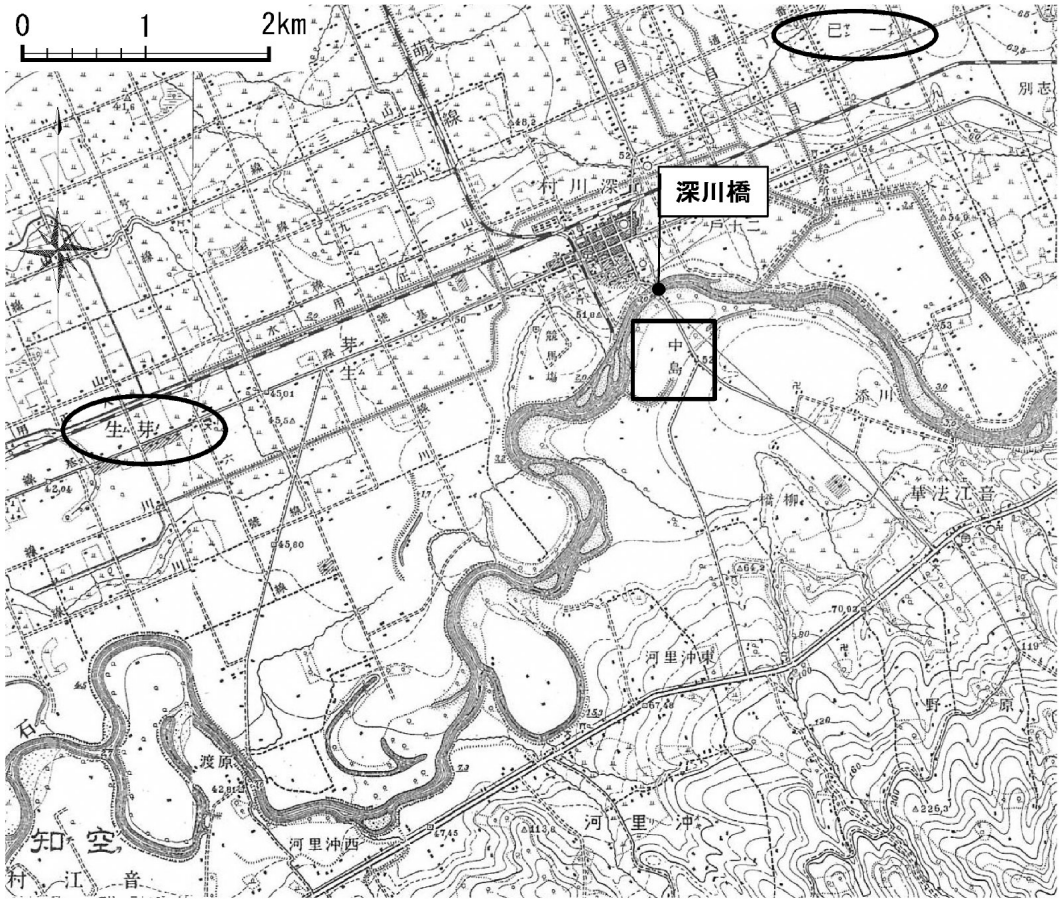


図 4. 調査地周辺の古地図
1916・1918 年（大正 5・7 年）測図の 5 万分の 1 地形図（「深川」・「妹背牛」）より抜粋・加筆。図中〇内に“湧水地”を示す「芽生（メム）」，“さけますの産卵場”を示す「一己（いちゃん）」の地名，□内に石狩川がかつて分流していたことを示す「中島」の地名が残る。

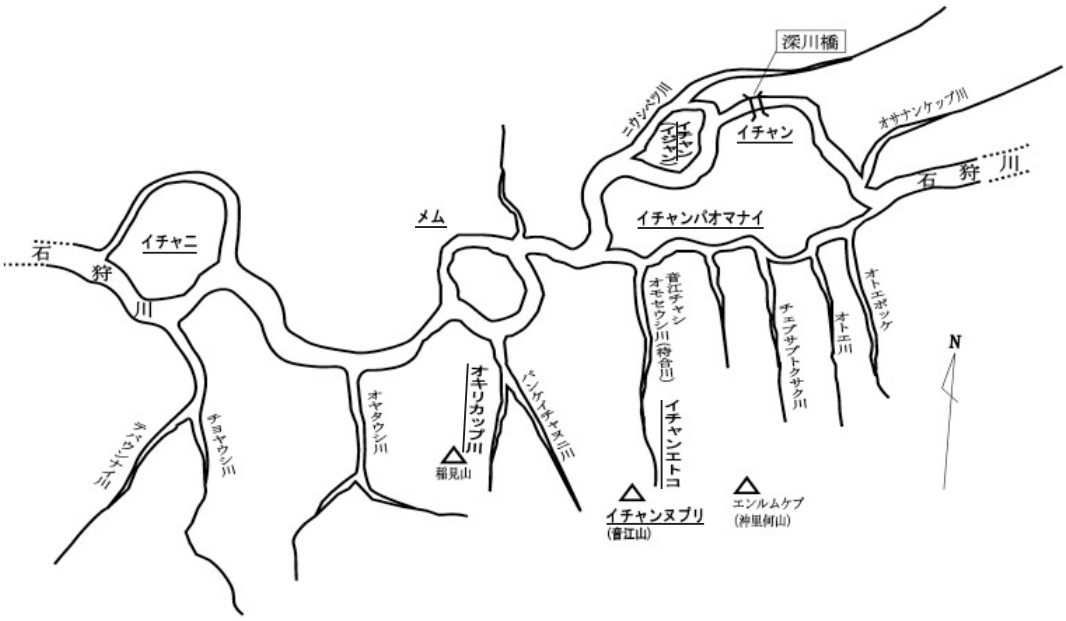


図 5. 調査地周辺の旧地名の模式図
深川市史（1977）をもとに地域ごとに分かれていた図をまとめた。地名は河川名のほか，サケの産卵に関係する地名（**ゴシック体**）を抜粋して記載。

4-2　石狩川中流におけるサケの自然産卵による再生産の回復

石狩川上流において長年にわたりサケの稚魚放流が行われてきたことと（図 3），旧花園頭首工への魚道設置直後にサケの遡上が確認できたことから（北海道開発局 2001），それまでも頭首工直下まではサケが遡上していたと考えられる。魚道が設置されていない横断構造物下流で，遡上できなかったサケが自然産卵を行う事例は豊平川でも報告されている（岡本ほか 1996）。先述したように調査地周辺には産卵適地が存在することから，石狩川中流においても自然産卵が繰り返されてきた可能性は高い。

産卵規模をみると，2007 年，2009 年は約 50 床の比較的まとまった産卵床が確認されている（表 1）。2 週間に 1 回程度という調査間隔や産卵床調査が頭首工下流と橋梁周辺の抽出区間に限定されていることを考慮すると，実際の石狩川中流における産卵規模は，本調査での確認数 50 床／年を上回る規模であることが予想される。なお，2006 年，2008 年の確認数は 4 床，「確認なし」と少なかった。これについては，2006 年は調査が橋梁周辺区間の向陽橋周辺の 1 回のみだったことによる。一方，2008 年は，石狩川が含まれる北海道日本海区のサケの来遊数自体が 1994 年以後のデータで過去最低だった年である（主群の 4 年魚が平年比の 30％以下，永沢 2010）。石狩川水系の千歳川においても 2008 年の遡上数は，前年までの平均遡上数の 20% 以下と極端に少なかった年で（千歳サケのふるさと館 HP「水車＆捕獲情報（http://www.city.chitose.hokkaido.jp/tourist/salmon/fishwheel/f_count.html)」），石狩川中流においてもこの影響を受けたものと推察される。

ここで，石狩川中流における自然産卵により供給されるサケの卵数を考えると，サケの抱卵数を約 3,000 粒とし（眞山 1989），少なくとも年間約 50 床の産卵床が形成されるとすれば，3,000 粒 × 50 床 = 150,000 粒となる。これは現在の旭川上流への発眼卵供与数約 40,000 粒（図 3）の 4 倍弱に相当する。ただし，自然産卵の場合の稚魚の降下数は，卵から稚魚が浮上するまでの生残率も関係する。例えば，豊平川の事例ではその生残率は 83% との報告がある（有賀・鈴木 2009）。石狩川中流における稚魚浮上までの生残率は不明だが，産卵床が産卵適地と想定される場所に分布していること，実際に孵化後の稚魚を確認していること，その一方で放流魚の場合は飼育成功率を考慮する必要があること等から，市民による放流稚魚を上回る規模で，自然産卵由来の稚魚が降下していたと考えられる。

先述したように石狩川中流における「サケの産卵」を示す多くの旧地名は，石狩川上流と同様，かつては自然産卵していたサケの個体群がいたことを示唆している（図 4，5）。高度経済成長期の水質汚濁は，石狩川上流だけでなく，それより下流の中流にも影響していたと考えられ，少なくとも石狩川本流で自然産卵する個体群は上流と同様，一度は絶滅した可能性が高い．しかし，今回の調査結果からは自然産卵により再生産しているサケの個体群が小規模ながらも回復していたと推察される。近年は，放流に頼らない自然産卵による再生産の重要性が指摘されている（眞山 2004，帰山 2005）。石狩川中流は，旧花園頭首工による遡上阻害，旭川市民等の長年にわたる稚魚放流，産卵に適した河川環境の存在により自然産卵による再生産が回復した貴重な事例と言える。

最後に，石狩川におけるサケの稚魚の降下（放流）および親魚の遡上状況について，今後の予測も含めて図 6 に示した。放流規模および遡上規模は概算の推定値を示す。放流規

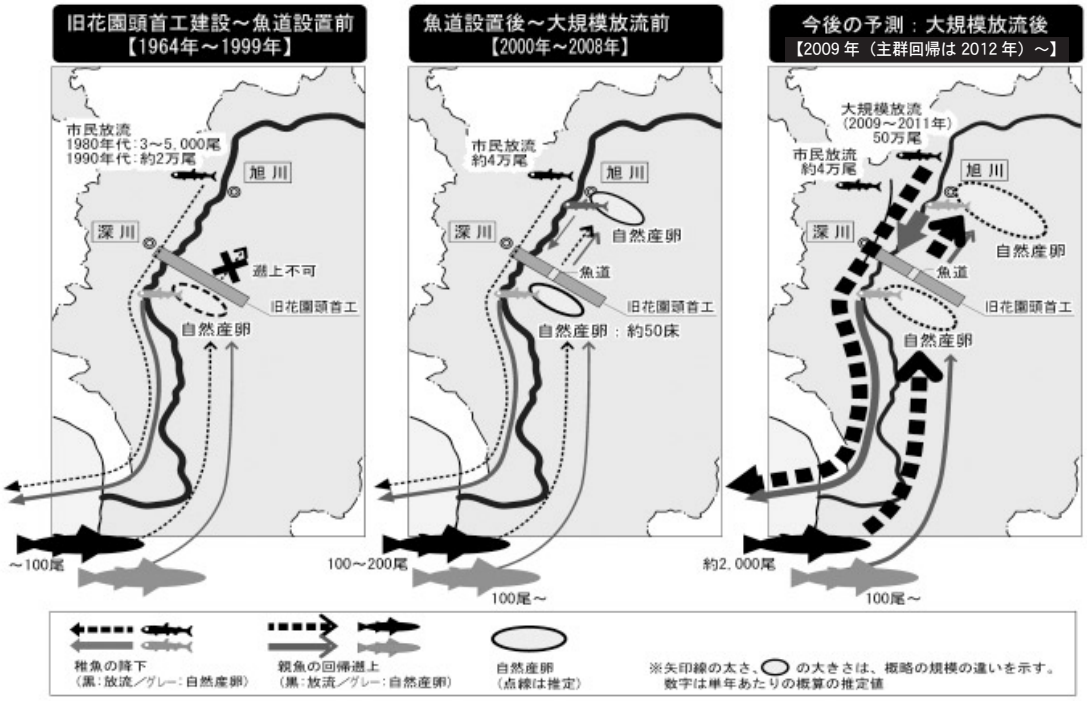


図 6. 石狩川におけるサケの稚魚の降下と親魚の遡上
旧花園頭首工建設以降～魚道設置前：石狩川上流では旧花園頭首工の建設以降も市民による稚魚放流が 20 年近く継続されてきた。旧花園頭首工までは親魚が遡上し，自然産卵により再生産する個体群が回復したと考えられる。
魚道設置後～大規模放流前：石狩川中流の自然産卵による回帰親魚の遡上規模は，今回の産卵床調査の結果（50 床以上 / 年）から 100 尾以上と試算される。一方，市民放流（約 4 万尾）による回帰親魚は回帰率より 100 ～ 200 尾の遡上が見込まれる。なお，魚道設置により親魚の遡上が可能となった石狩川上流においても，その規模は現時点で不明ながら自然産卵が確認されている。
今後の予測／大規模放流後：大規模放流個体群の回帰遡上規模は，市民による放流個体と合わせて最大 2,000 尾程度と試算される（主群回帰は 2012 年～）。今後は，これら大量の親魚遡上による石狩川上流での自然産卵の規模拡を契機として再生産する個体群の回復，石狩川中流における自然産卵への影響（例えば，石狩川上流への遡上個体の産卵参加や産卵規模の拡大）等が考えられる。

模は，市民放流の場合は飼育成功率が関係するが，放流団体によるバラツキや年変動が大きいため，ここでは最大を見込み，卵の供与数を示している。遡上規模は，放流規模から推定する場合は，近年の一般的な沿岸回帰率 4 ～ 5%（永田 2003）と沿岸で捕獲されることなく河川内への遡上する比率 8%(北海道日本海区における過去 10 年（2000 ～ 2009 年）の平均値）を用いて推定した。サケは 2 ～ 6 歳魚まで存在するため，本来は年齢比率を考慮した遡上規模の推定が必要だが，ここでは簡便に最大を見込んだ推定値とした。例えば，「今後の予測：大規模放流後」の場合，大規模放流 50 万尾 / 年と市民放流 4 万尾 / 年による降下稚魚に対する回帰親魚の遡上規模は，（50 万尾 + 4 万尾）/ 年 × 0.04 ～ 0.05 × 0.08 = 1,728 ～ 2,160 ≒ 2,000 尾 / 年となる。一方，自然産卵由来の親魚の遡上規模は，今回の調査結果を踏まえ，雌雄同数と考えて産卵床数（50 床以上 / 年）の 2 倍（100 尾以上）とした。

大規模放流個体の主群が回帰する 2012 年以降は，異なる個体群が一斉に遡上することとなる。石狩川上流では，大規模放流による回帰親魚の大量遡上と産卵規模拡大を契機として，自然産卵により再生産する個体群の回復が期待される。一方，石狩川

中流では，現在の自然産卵による個体群がこれまでと同様に維持されるかどうかは不明だが，例えば，本来は石狩川上流へ回帰遡上する個体が，中流で行われている産卵行動に参加する可能性やそれにともなう産卵規模の拡大などが予想される。近年は耳石解析により放流魚と自然産卵由来の野生魚の区別が可能となっている（浦和 2001）。こうした最新技術の活用を図りながら，石狩川中流で回復したサケの自然産卵による再生産が今後どのように継続されていくかどうか，今回の調査結果を基礎データとしてモニタリングしていく必要がある。

謝辞

今回の調査の実施にあたり，石狩川と大雪の自然を守る会の寺島一男氏，関口隆嗣氏には貴重な情報をいただいた。また，札幌開発建設部（旧「石狩川開発建設部」），旭川開発建設部の関係者の方々には大変お世話になった。そのほか，小原聡氏，オフィスマルマの長谷川雅広氏，㈱野外科学の田中努氏，明治コンサルタント㈱の中林一氏，小板橋重一氏，井上涼子氏ほか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。旭川博物館の瀬川拓郎氏には原稿を読んでいただいたほか，多くの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。

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 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.

深川市（1977）先史のあしあと. 漁業.「深川市史」, pp.41-299. pp1249-1254.

深川市（1994）ふかがわアイヌの文化. 漁業.「新深川史」,pp.53-86. pp557-565. 深川市, 北海道

北海道開発局（2001）石狩川改修工事の内 多自然型事業調査検討業務 報告書.

北海道開発局（2007）石狩川改修工事の内 多自然型事業環境調査業務 報告書.

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

眞山 紘（1989）さけ.「日本の淡水魚」(川那部浩哉･水野信彦編)pp. 210-225. 山と渓谷社.

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.
永沢 亨（2010）サケの来遊数変動．水産総合研究センター研究開発情報 salmon 情報 4:3-5.
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.
岡本 康寿・小原 聡・佐藤 伸洋（1996）豊平川におけるシロザケ親魚の遡上，自然産卵の状況（1994・1995 年度）．札幌市豊平川さけ科学館 館報 8:38-54
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（2003）神の魚を追いかけて－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.
浦和 茂彦（2001）さけ･ます類の耳石標識．さけます資源管理センターニュース 7:3-10.
山田 秀三（1984）北海道の地名．北海道新聞社.