

石狩海岸林東部の融雪プールの2011年の分布と水位変動 Horizontal distribution and water level changes of vernal pools in the eastern part of Ishikari coastal forest, Hokkaido, Japan in 2011

志賀 健司*

Kenji SHIGA*

要 旨

石狩海岸林内で春季に見られる融雪プールについて、分布と水位の季節変動を観測した。2011年春は非常に多くのプールが形成され、水量もこれまでにないほど多く、夏になっても干上がることなく積雪期まで水体が維持されたプールもいくつか見られた。これは、プール形成前の多雪と、形成後の夏季の多雨が主要因である。プールの水平分布は偏りが大きく、海岸林を切断する埠頭や放水路の周辺ではプールは形成されていないことがわかった。プールの分布を決める砂堤列は平均約25m間隔で繰り返し、さらに100～150m間隔で高低差が明瞭で深い砂堤間低地が繰り返していることが確認された。

キーワード：石狩海岸林，融雪プール，キタハウネンエビ，花畔砂堤列，気候変動

はじめに

石狩湾の湾奥部に見られる海岸林には、毎年4月中旬になると融雪水による一時的な水体「融雪プール」が多数形成される（図1）。それらは平均的には6月頃までにほとんど干上がってしまうが、年による変動は大きく、水量が多くて夏になっても干上がりず水体が維持される年もあれば、反対に雪が融けた直後でもプールがまったく形成されない年もある。

石狩の融雪プールには、体長およそ2 cmの甲殻類、キタハウネンエビ *Drepanosaurus uchidai* が生息することが知られている（Kikuchi, 1957；守屋, 1979；五十嵐, 2003；図2）。キタハウネンエビは世界でも石狩と青森県下北地方の2ヶ所でしか生息が確認されていない（大八木, 1996）固有種で、青森県では最重要希少野生生物に指定されている。春季の2ヶ月程度しか水体が持続しない融雪プールに生息し、水体が干上がるまでに成体は死滅するが、それまでに産卵した卵



図1．海岸林内に形成された融雪プール。

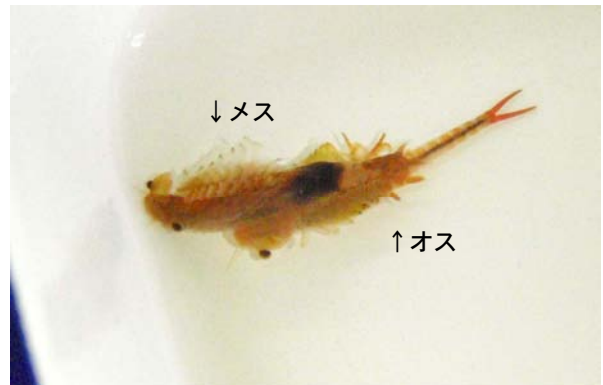


図2．キタハウネンエビ（体長約3 cm）。

* いしかり砂丘の風資料館
〒061-3372 北海道石狩市弁天町30-4

は夏季の乾燥や冬季の凍結に耐え、翌年以降の春、再び融雪プールが形成された時に孵化する（五十嵐，2006など）。融雪プールが短期間で干上がることは捕食動物の生息を制限する要素であり、また、水量が多い年があると、隣接したプール同士が連結することによって生息範囲の拡大や遺伝的多様性の維持が可能となる。

このように、石狩海岸林の融雪プールの分布や水量の変動はキタハウネンエビの生息に大きな影響を与えているのである。これまで林内の融雪プールについては、守屋（1979，1985），五十嵐（1999，2000，2003）などが調査を行ってきたが、いずれもキタハウネンエビなど水生生物の生態と水質に主眼を置いたものであった。それに対して、林内の地形とプールの分布との関係や、プールの水量や積雪量の季節変動・経年変動などといった物理的環境に関する情報は非常に少ない。そのため本研究では、林内の融雪プールの分布や特徴的なプールの季節変動・経年変動を記録し、プールの形成条件や物理環境の長期的変動の方向性を検討することを目的とした。

調査地域

石狩海岸林は石狩湾奥部の現世の海岸砂丘である石狩砂丘のすぐ背後に広がるカシワを主体とした海岸林である（図3）。石狩市厚田区知津狩から小樽市銭函まで総延長30km、幅およそ500m～1kmで、石狩湾新港や道路、放水路等に分断されているが、海岸のカシワ林としては大規模なものである。明治時代からは防風林として保護されてきたために大規模な伐採は免れているため、海側の海岸草原から続くカシワが内陸方向に行くに従ってミズナラやイタヤカエデが多く見られるようになるなど、植生に本来の分帯構造が残されている（長谷川，1984）。

また、石狩砂丘と、より内陸の紅葉山砂丘との間の幅5～6kmの区域は花畔砂堤列と呼ばれ、海岸線と平行で標高差1～2mの砂堤が20～30m間

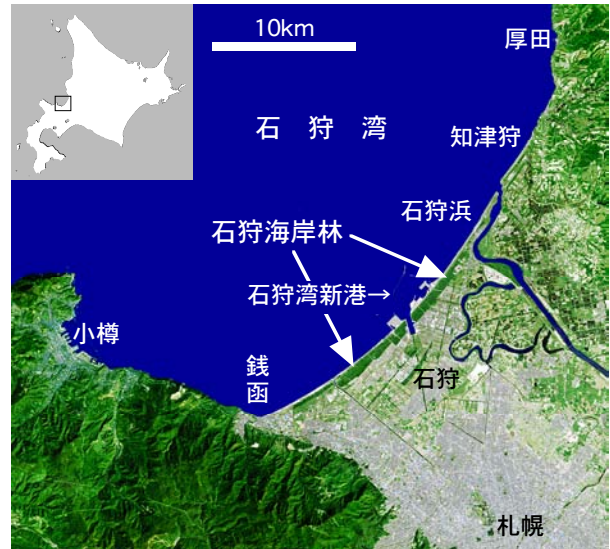


図3. 調査地域.



図4. 海岸林東部の融雪プールpool-1, pool-4.

隔で繰り返す波状の微地形が見られる（松下，1979）。本来100～200列あったと言われるその砂堤列は、現在までの農地・宅地開発のために地形としてはほとんどは消失してしまったが、海岸林内に限っては現在でも砂堤列は残されている。融雪プールはその砂堤間に見られる、海岸線と平行な細長い低地に形成される。

融雪プールの分布は主として海岸林の東部（石狩湾新港以東）で調査し、水位や積雪量等の観測は例年水量の多いプール2ヶ所，pool-1，pool-4

（守屋，1979による）を対象として実施した（図4）．pool-1は海岸線と平行に延びる，林内でも最も明瞭な砂堤間低地に形成される融雪プールである．それに対してpool-4は例年キタホウネンエビが多く見られることから観測対象としたが，平面形状や断面が矩形を示していること，道路から離れているにも関わらず産業廃棄物等が見られることから，人為的に形成された窪地がプール化したものと考えられる．

手 法

融雪プールの分布調査は2011年4月から6月に

かけて実施した．プールが干上がる前の十分な水量で残っているうちに林内を踏査し，目視により水体の有無および砂堤と砂堤間低地の区分を判断してGPS受信機（GARMIN eTrex Legend HCx）を用いて簡易的な測量を行なった．機器仕様上の計測誤差は約10mである．

pool-1，4の物理的環境としては，最深部の水深，表層水温，気温等を現地で1週間間隔で計測した．また，水体が形成される前（冬季）の積雪深度も随時計測した．観測期間はpool-4で2008年から2011年，pool-1では2011年のみである．地形の判別には航空写真も利用した．

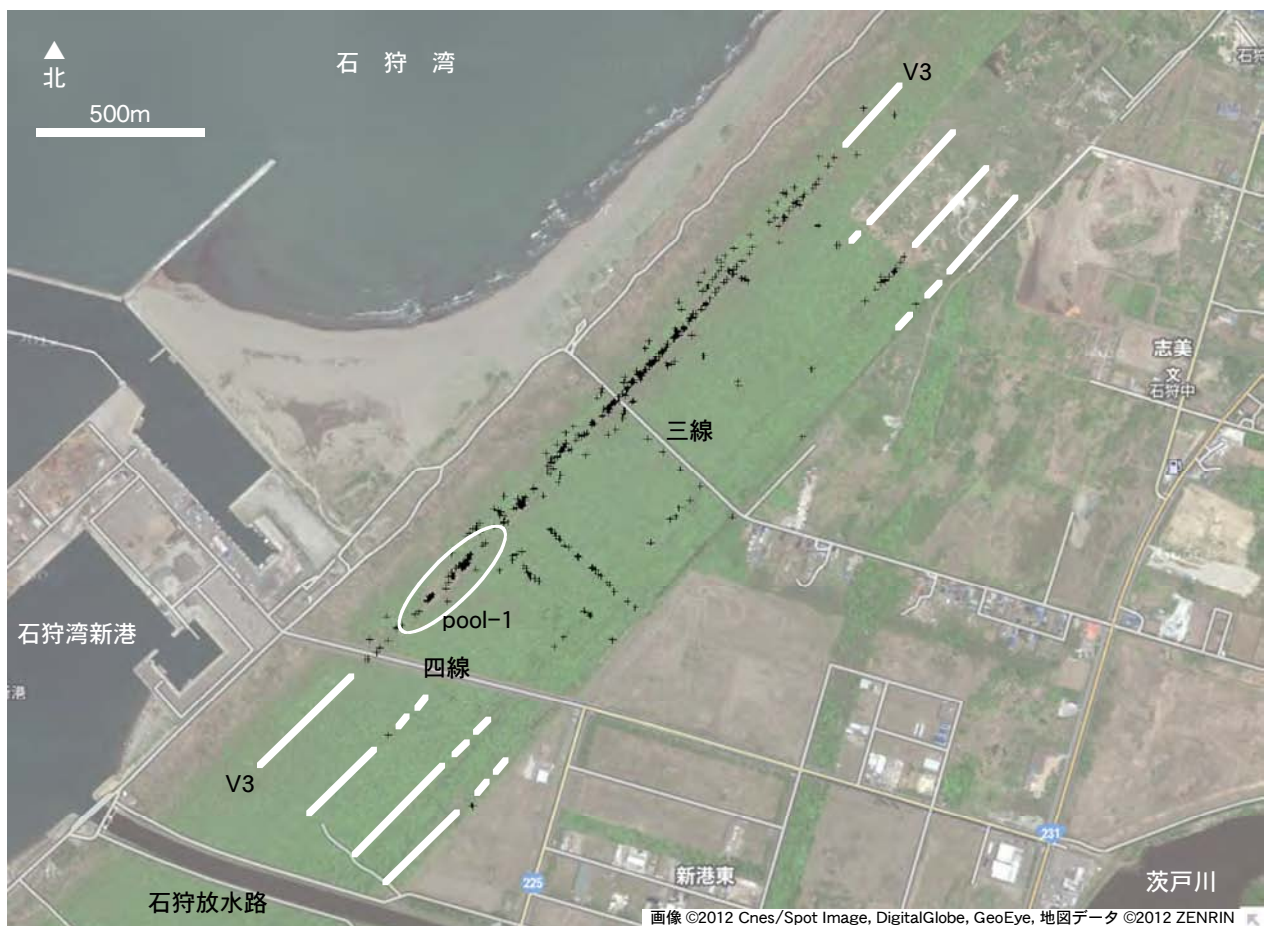


図5．石狩海岸林東部で2011年春（4月～6月）の間に融雪プールが確認できた地点（+印）．高低差が明瞭な4列の砂堤間低地（白線の延長上）にプールが多く形成されている．

pool-1

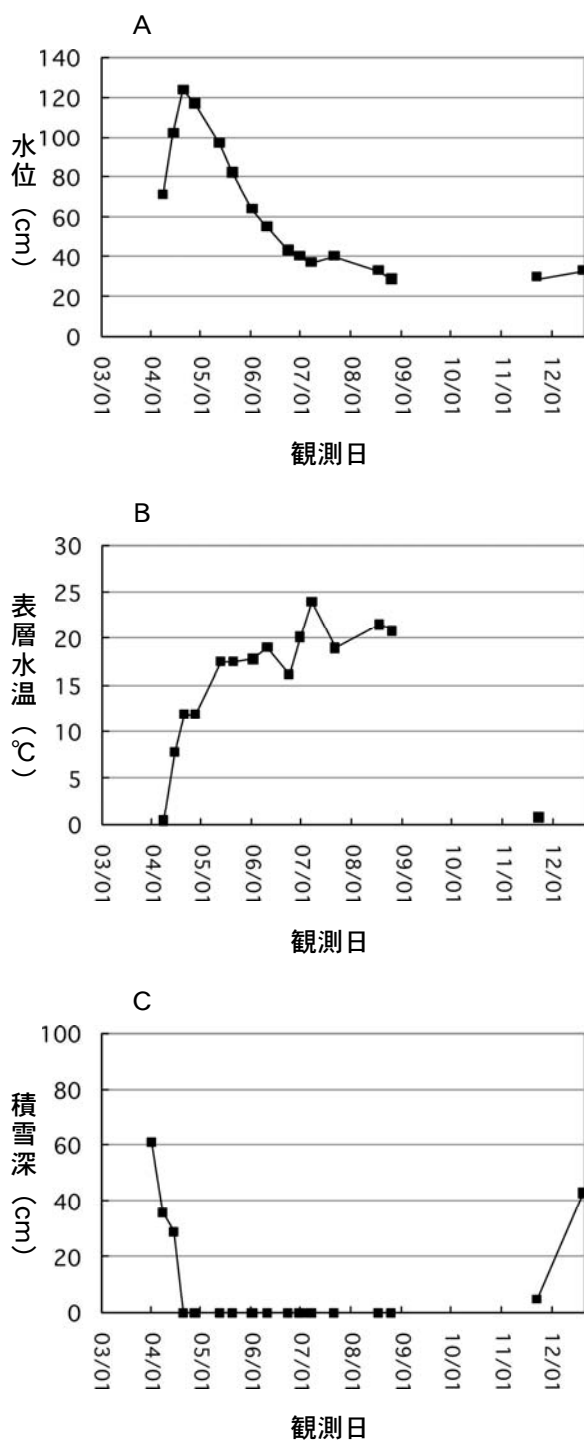


図6. pool-1の2011年における観測値の季節変化.

A: プール最深地点の水位 (水深).

B: 表層水温.

C: 積雪深.

pool-4

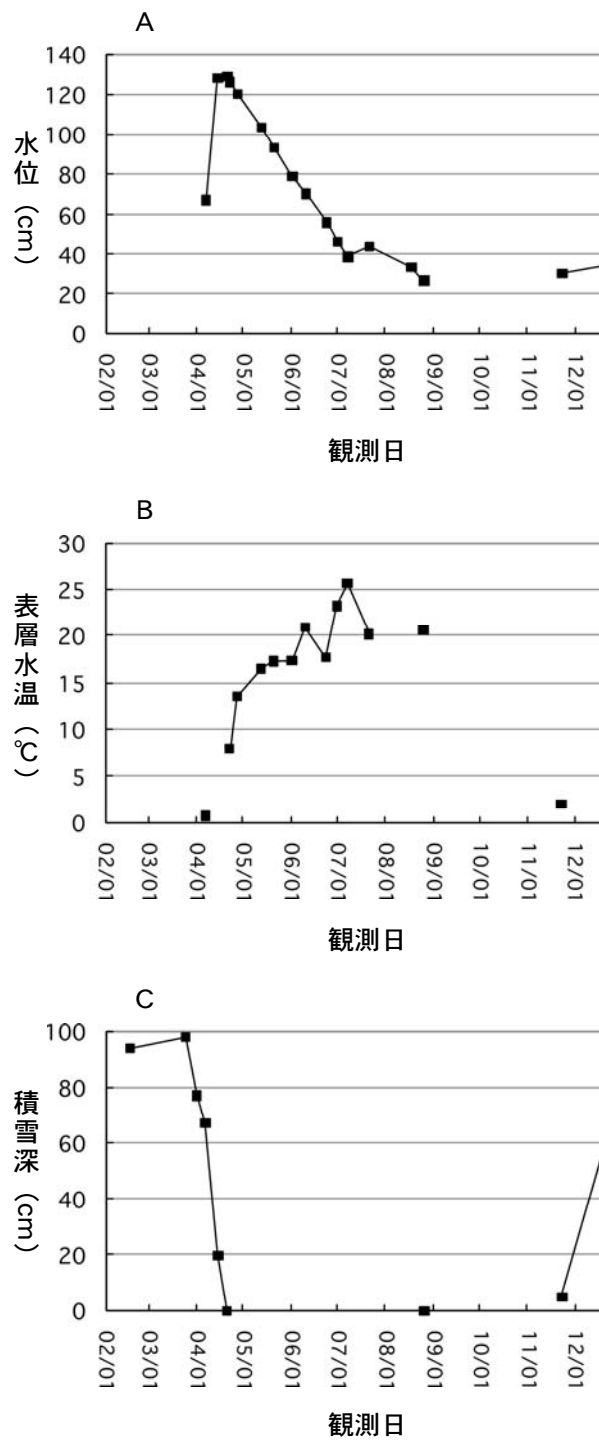


図7. pool-4の2011年における観測値の季節変化.

A: プール最深地点の水位 (水深).

B: 表層水温.

C: 積雪深.

結 果

(1) 2011年の融雪プールの分布

林内の踏査から、幅約500mあたり15～20列の砂堤列を確認することができた。踏査地点によっては地形が不明瞭な場合もあるが、少なくとも踏査範囲内では砂堤（あるいは砂堤間低地）が交差もしくは分岐しているケースは見られず、基本的にそれぞれの砂堤は北東－南西方向（海岸線と平行方向）で連続していることが確認できた。砂堤間の間隔は概して20～30m、平均約25mである。海寄りの砂堤間低地には多くの大規模な融雪プールが形成されていたが、内陸側の砂堤間低地ではプールは少なかった（図5）。ただし調査日や踏査密度の違いから、2011年に形成された水体すべてを記録できたわけではない。

また、踏査中の目視および航空写真の判読から、林内には高低差の明瞭な砂堤間低地が4群見られることがわかった。これらは1列もしくは数列の低地で構成され、地形の高低差だけでなく、融雪プールの数が多い（あるいは深い、持続期間が長い）こと、湿生植物が多く見られることから判別できる。これらの明瞭な低地群同士の間隔は100～150m程度である。

2011年春は3月下旬から積雪量が減少し、4月16日には雪氷混じりのプールの形成が始まった。4月20日には周囲の積雪もほとんど消滅し、pool-1、pool-4ともに最高水位に達した。このときのそれぞれの水深は124cmと129cmである（図6、図7）。この水深はこの4年間の観測値では最も深い値であり、さらには過去に調査を実施している守屋、五十嵐が得た記録を含めても最深値である。2011年にプールで見られたキタハウネンエビは体長が通常（成体で最大2cm程度）よりも際立って大きく、3cmを超えるものが多かった。これは水量の多さに起因する餌の絶対量と関連があるかもしれない。

明瞭な4列の砂堤間低地のうち最も海側である、pool-1を含む砂堤間低地V3（valley 3、石狩



図8. 融雪プールpool-1の2011年の季節変化.

砂丘から内陸方向に3番目の谷)は、海岸林を分断している石狩湾新港の花畔埠頭から北東方向へ少なくとも4km以上、高低差が約2m以上ある明瞭な谷地形が連続していることが確認できた。例年、海岸林東部のV3には最も多くの融雪プールが見られるが、今回の踏査の結果、V3の谷の中でもプールの分布には顕著な偏りがあることがわかった。6月10～11日のV3の踏査区間長およそ4kmの中で、水体の有無からV3は4区間に区分できた。花畔埠頭周辺と石狩放水路周辺の2区間では、地形は明瞭な谷を示しているにも関わらず水体はほとんど見られず(図9, 図10), 地面も水

気を感じられないほど十分に乾燥していた。

その一方で、2011年は全体的にはプールの水量が非常に多かったため、V3のプールが砂堤を越えて隣のプール(海側・陸側とも)と連結していたケースも複数確認できた。例年、プールの水量は4月下旬に最大となった後はしだいに減少していくが、2011年は7月に入っても大きな水体は持続し、特にpool-1, pool-4のような深いプールでは8月に最も水量が減った時点でも水深は20cm以上あった。その後、干上がらないまま降雨によって水位は上昇に転じ、プールは再び拡大し、水深30cmを超えたまま水体の凍結が始まり、積雪期に



図9. 高低差が最も明瞭な砂堤間低地V3で2011年6月10～11日に融雪プールが確認された地点(+印)。

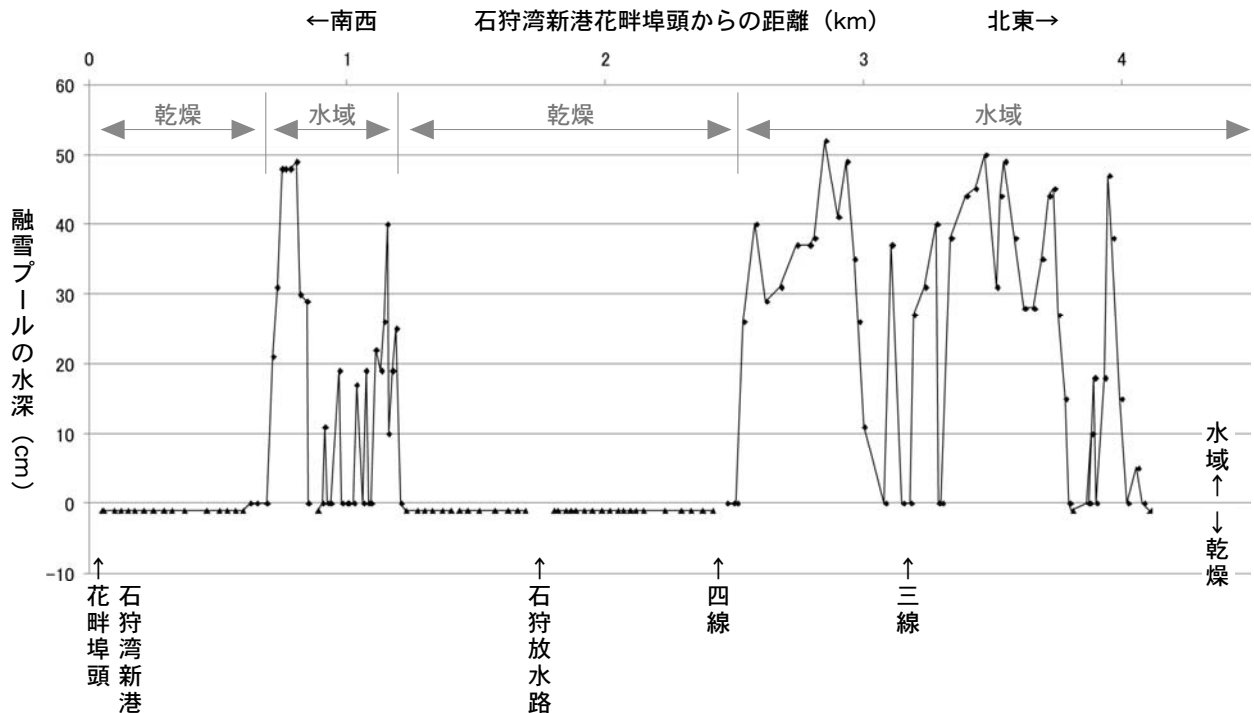


図10. 2011年6月10～11日の砂堤間低地V3における融雪プールの分布と水深.

入った（図6 A，図7 A，図8）。

（2）pool-4の過去4年間の水位変動

pool-4の水量は，観測を開始した2008年以降，過去4年間で大きく変動している（図11）。4年間の平均の年最大水深は約50cmだが，年による違いは大きい。最も水量が多かった2011年で水深は129cmに達したが，その一方で2009年春には雪解け直後でも水体はまったく形成されなかった。2008年以前は観測値は得られていないが，2007年春にpool-4で生物調査を実施した際は，最大水深は膝まで達しない程度であったことから，30cm前後であったと思われる。

キタハウネンエビの個体数は2007年から2011年までの5年間，目視による相対的な頻度を0（barren）～5（very abundant）の6段階で記録した。その結果，2007年，2008年は3（moderate），2009年は0（barren），2010年

は4（abundant），2011年は3（moderate）であり，水量と同様に大きな経年変動を見せている。

考 察

（1）2011年の融雪プールの増加と継続

2011年春は海岸林内に多くの融雪プールが形成され，これまでにないほどの水量であったことがわかった。水深はこれまでの最深値を記録し，砂堤を挟んだプール同士の水体の連結も見られた。また，深いプールでは夏になっても干上らずに水体が維持され続け，そのまま積雪期に入っている。これらはキタハウネンエビにとっては，生息域の拡大と個体群同士の交雑による遺伝子の多様化，他の水生動物が生息可能になることによる捕食者の増加など，生活に大きな影響を与えるイベントであったと考えられる。

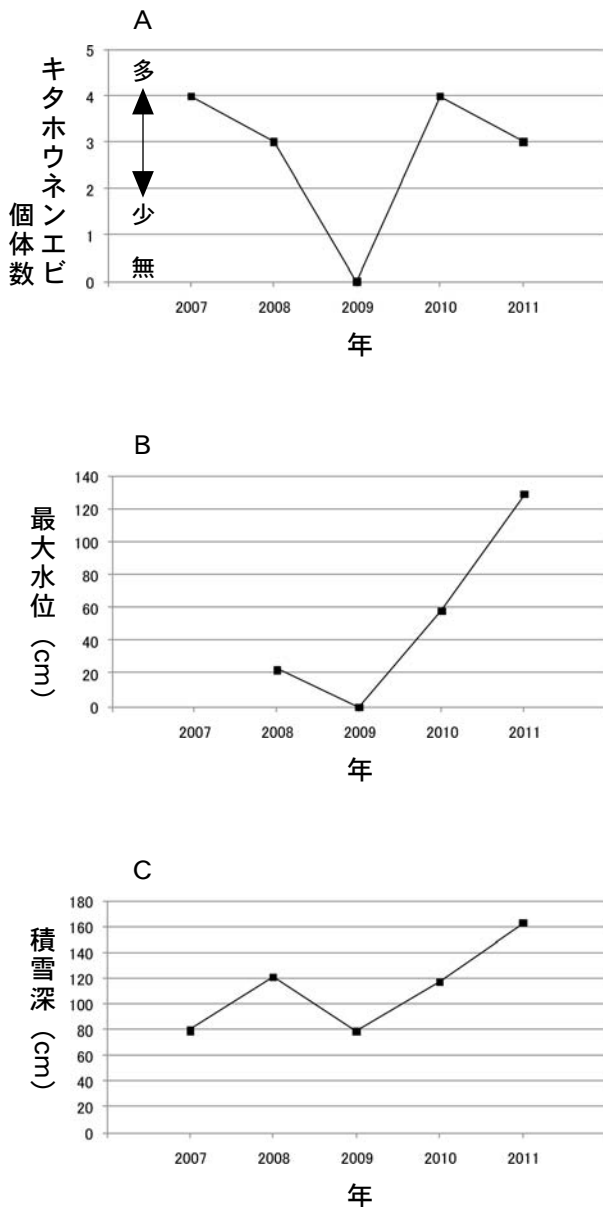


図11. pool-4の観測値の過去4～5年間の経年変化.

A : キタハウネンエビ個体数（相対スケール）.

B : プール最深地点の年間最大水位（水深）.

C : 積雪深（AMeDAS石狩における各年の最深値）.

融雪プールの水量は降雪量と地下水位が関係していることが指摘されている（五十嵐，2003）が，2011年の降雪量の指標としてアメダス「石狩」地点の最深積雪量（気象庁）を見ると2011年は163cmであり，これは記録のある1988年以降の最深記録である1996年の164cmより1 cm少ないだけである．2011年の春の始まりには林内に非常に多くの水が積雪として蓄えられていたことがわかる．また，やはりアメダスの観測値は，2011年の7月～9月の降水量は531mmと，平年の1.6倍も多かったことを示している．プール形成前の冬の多雪と形成後の夏の多雨が，2011年の融雪プールの増加と継続の要因であったと考えられる．

（2）融雪プールの分布の偏り

海側に近い砂堤間低地V3は，両側の砂堤との高低差が大きく谷も深いため，例年多くの融雪プールが形成される．しかし1列の低地として4 km以上も連続しているにも関わらず，同一時期（調査は6月10，11日）に，プールが連続する区間と，水体がまったく見られず乾燥した区間とが認められた．前者では水深30～50cmのプールがほとんど途切れることなく連続するのに対して，後者では700mから1 km以上も乾燥した林床が続いた．プールが形成されていないのは海岸林を分断している掘り込み形式の埠頭周辺と，同じく林を切って石狩川から海へ直線状に形成された石狩放水路の周辺の2区間である．林内の自然な標高は5～6 mあることを考えると，プール水が土中を浸透して，埠頭や水路の断面から海へ流出している可能性が考えられる．

（3）2008～2011年のpool-4の変遷

pool-4の水量は過去4年間で大きな変動を見せているが，これは現地の最深積雪量と正の相関関係にあることが推察できる．ただし観測年数が少ないため，積雪量の現地観測も含め，プール水深や気象要素などの今後の継続した観測や，地下水位の変動の検討も必要である．

また、キタハウネンエビの個体数と水量との関係は、概観的には、プールの水量が多い（水体持続期間が長い）ほど個体数が多い、という関係性が見られる。しかし2011年は水量が多く水体の持続期間も長かったが、個体数はそれほど多くないという結果であった。この要因としては、絶対数は増加していても水域面積が広がったために個体密度は減少してしまったために目撃数が減少した、ということが考えられる。あるいは産卵～卵の越冬～孵化に1年以上のタイムラグがあることも、水量と1対1対応ではない原因である可能性もある。個体数が目視による相対的な評価であることも問題であり、今後、計測方法の定量化などの改善が必要である。

（４）砂堤列の間隔

海岸林内の融雪プールの分布は花畔砂堤列の波状地形を反映したものであり、プールの分布から砂堤列の形状を目視で把握することが可能になる。2011年の踏査の結果、砂堤～砂堤間低地の空間波長は平均20～30mとなることが確認できた。松下（1979）は、花畔砂堤列は5000年間かけた海退（陸地の拡大）によって形成されたとしているが、花畔砂堤列の幅から計算すると海岸線の平均後退速度は約1m/年となる。これを適用すると、およそ20～30年ごとに砂堤が1列ずつ、繰り返し形成されたことになる。砂堤の成因となる砂の供給量や季節風強度などが周期的に変動していることが示唆される。

さらに、林内の砂堤の高低差はすべて均一ではなく、明瞭な列が4列群確認でき、その間隔は100～150mであった。20～30年周期に加えて100～150年周期の環境変動も地形形成に作用していた可能性も考えられる。この地形と環境の周期性の解明には、今後の詳細な測量および堆積物の解析が必要である。

謝辞：キタハウネンエビの生息状況については北海道大学大学院環境科学院の濱崎真克さんから情報を提供していただいた。融雪プールの測量に際しては石狩観光協会の蝦名ひとみさんに手伝っていただいた。感謝いたします。

引用文献

- 長谷川榮, 1984. 北海道における天然生海岸林の保全に関する基礎的研究－石狩海岸林におけるカシワ林の構造と更新－. 北海道大学農学部演習林研究報告, 41(2) : 313-422.
- 五十嵐聖貴, 1999. 平成10年度石狩湾新港地域浮遊生物（キタハウネンエビ）調査報告書. 北海道環境科学研究センター.
- 五十嵐聖貴, 2000. 平成11年度石狩湾新港地域浮遊生物（キタハウネンエビ）調査報告書. 北海道環境科学研究センター.
- 五十嵐聖貴, 2003. 石狩湾新港地域浮遊生物（キタハウネンエビ）調査報告書. 北海道環境科学研究センター.
- 五十嵐聖貴, 2006. キタハウネンエビ～石狩の林に棲む春の妖精～. 石狩浜海浜植物保護センター企画講座配布資料.
- Kikuchi, H., 1957. Occurrence of a new fairy shrimp, *Chirocephalopsis uchidai* sp. nov., from Hokkaido, Japan (Chirocephalidae Anostraca). Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Ser. 6, Zoology, 13: 59-62.
- 松下勝秀, 1979. 石狩海岸平野における埋没地形と上部更新～完新統について. 第四紀研究, 18 : 69-78.
- 守屋開, 1979. 融雪プールの動物プランクトン－石狩砂丘地帯を例として－. 環境科学, 2 : 23-38.
- Moriya, H., (1985. Notes on a fairy shrimp, *Eubbranchipus uchidai* (Kikuchi) (Anostraca), from Japan. Hydrobiologia, 120: 97-101.
- 守屋開, 1988. キタハウネンエビ（*Eubbranchipus uchidai*）の生息環境に関する研究. 昭和63年度北海道科学研究費による研究報告, 44-46. 北海道企画振興部.
- 大八木昭, 1996. キタハウネンエビ *Eubbranchipus uchidai* Kikuchiの新生息地と生態. 青森自然誌研究, 1 : 25-30.
- 上杉陽・遠藤邦彦, 1973. 石狩海岸平野の地形と土壌について. 第四紀研究, 12 : 115-124.

Horizontal distribution and water level changes of vernal pools
in the eastern part of Ishikari coastal forest, Hokkaido, Japan in 2011

Kenji SHIGA

Abstract

Vernal pools in the eastern part of Ishikari coastal forest seen in every spring are observed. In the spring of 2011, a large number of pools appeared. Plenty of water made some large pools remain wet, until following winter. That anomaly was caused by heavy snow in previous winter and long rain during the summer. Vernal pools are distributed unevenly in the forest. Pools are not seen near the wharf and canal cutting the coastal forest. Sand ridges features which regulate the distribution of pools are repeated in waves, in the wavelength of 25m ca. Furthermore, major cyclic features of deep and clear valleys between ridges at intervals of 100–150m were detected.

Key words: Ishikari coastal forest, vernal pool, *Drepanosaurus uchidai*, Bannaguro sand dunes, climate change