

1. はじめに

二枚貝は生息する環境水の水温や化学組成を反映した炭酸塩 (CaCO_3) の殻を付加的に形成する。これにより、殻を切断した断面からは木の年輪のような縞(成長線)が観察できる。これまでの研究では、この縞の数や形成パターンの観察や、殻の化学組成の分析などから、貝の年齢の推定や、過去の環境変動を読み取る試みが行われている (Mutvei&Westermarck 2001, Dunca&Mutvei 2001, Schone et al. 2006)。現在、地球上の様々な環境変動を理解するために、様々な時間的・空間的スケールの古環境指標が研究されているなかで、二枚貝を用いた環境復元は非常に高解像度である事が知られている。さらに、今回研究対象としたカワシンジュガイ科の貝は最も長寿命な淡水二枚貝として知られ、高解像度で長期間にわたって環境を記録している事が期待される。また、湿原を流れる川に生息するカワシンジュガイの切断面を観察したのは本研究が初めてである。

よって本研究の目的は、別寒辺牛川に生息するカワシンジュガイ殻の顕微鏡による成長線の観察、他の河川に生息するカワシンジュガイとの比較、そして古環境復元の指標としての可能性を検証する事である。

2. 試料

2.1. カワシンジュガイ

本邦にはイシガイ目カワシンジュガイ科の貝として、カワシンジュガイ (*Margaritifera laevis*)、コガタカワシンジュガイ (*Margaritifera togakushiensis*) の 2 種が分布している。別寒辺牛川には双方が生息しているとされるが、本研究では Kondo&Kobayashi 2005 を参考にカワシンジュガイのみを対象とした。

2.2. カワシンジュガイの殻の構造

カワシンジュガイを含む二枚貝の殻の構造は大きく分けて殻皮層、外層、内層の 3 つの層でできている (fig. 1-1. 2)。殻皮は有機物、内層外層は主に炭酸塩 (CaCO_3) で形成されている。内層外層を構成する炭酸塩はアラゴナイト (aragonite)、もしくはカルサイト (calcite) であるが、これは種によって異なっており、ムラサキガイ (*Mytilus edulis*) のように内層と外層で異なる結晶を使い分ける種も存在する。また、結晶の成長構造も種によ

って異なることがある。外層は殻を大きくする方向へ、内層は殻を厚くする方向へ成長している。

カワシンジュガイの場合は内層外層共にアラゴナイトで形成されており、外層は稜柱構造、内層は真珠構造をとっている。稜柱構造とは、有機物の枠によって囲まれた多角形の稜柱が、その長軸を成長面に垂直に向けて密に並んだ構造である (fig. 1-3)。各稜柱は細長い板状結晶の集合からなる。真珠構造とは、多角形の薄板結晶が有機物の薄膜と交互に重なった構造で、表面に真珠光沢がある (fig. 1-4)。

また、内層は内層、中層と分けられる場合があり、この場合の内層とは **fig. 1-1** のオレンジ色の部分であり、中層とは文字通り外層と内層の間に位置し、白い部分にあたる。内層、中層、外層のでは殻と軟体部が癒着しており、それぞれの結晶を形成する空間は仕切られている。

カワシンジュガイの内層は個体によって、オレンジ色のものから白っぽいもの、紫色のものなど、同じ群集の中でも様々な色をもっている。この色が何に起因するものなのか、はっきりしたことはまだ分かっていない。

fig. 1-1 に示した点線は殻の欠損部を示している。カワシンジュガイの殻は成長する一方で、幼少期に形成した部分から徐々に失われてしまう。この度合いは生息河川によって異なっていることから、一つには河川の底質が原因と考えられる。また河川中で見つかる死貝の殻は、殻皮以外の部分が解けていることが多く、溶解が進行したものではほとんど殻皮しか残っていない場合もある。このことから、河川の水質も殻の保存に大きく関係していることが分かる



fig. 1-1. カワシンジュガイ殻の構造 (全体)

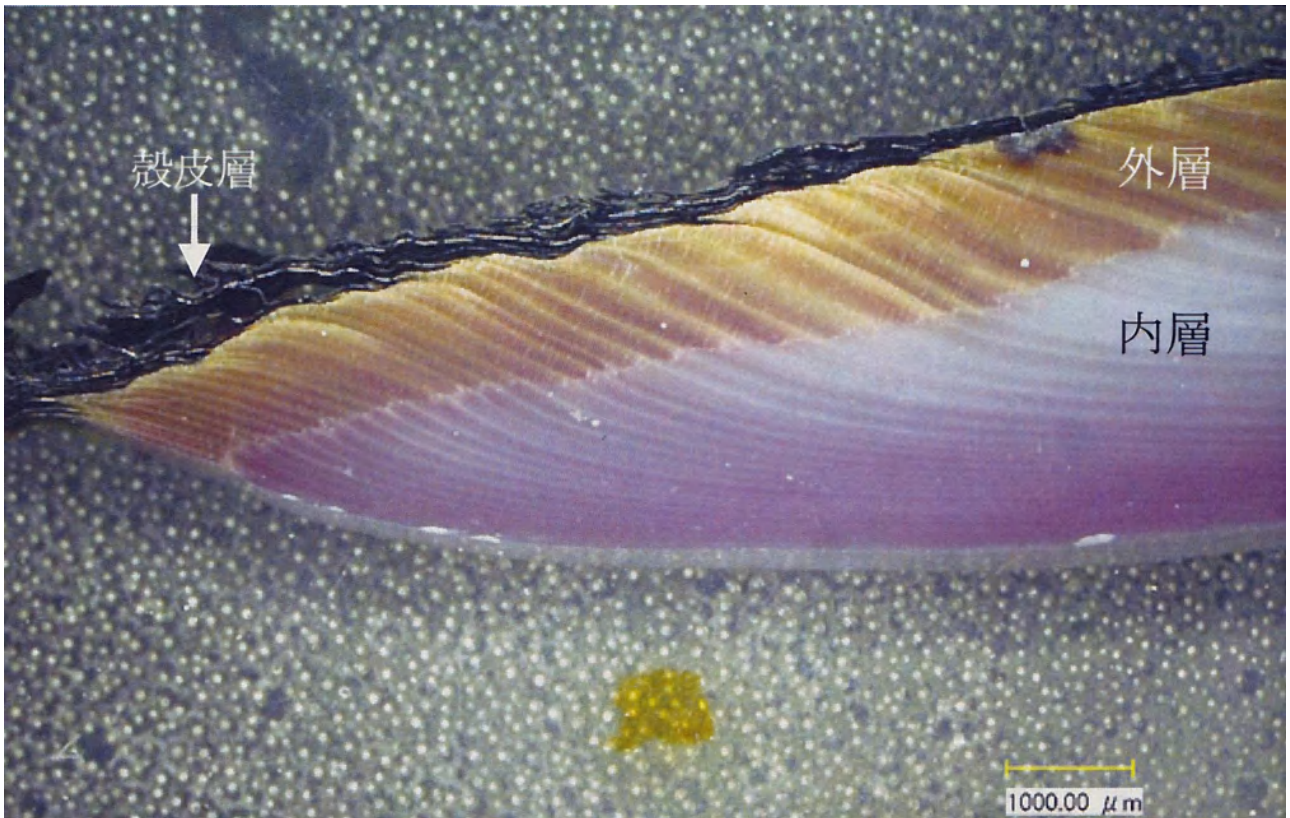


fig1-2. カワシンジュガイ殻の構造 (先端部)

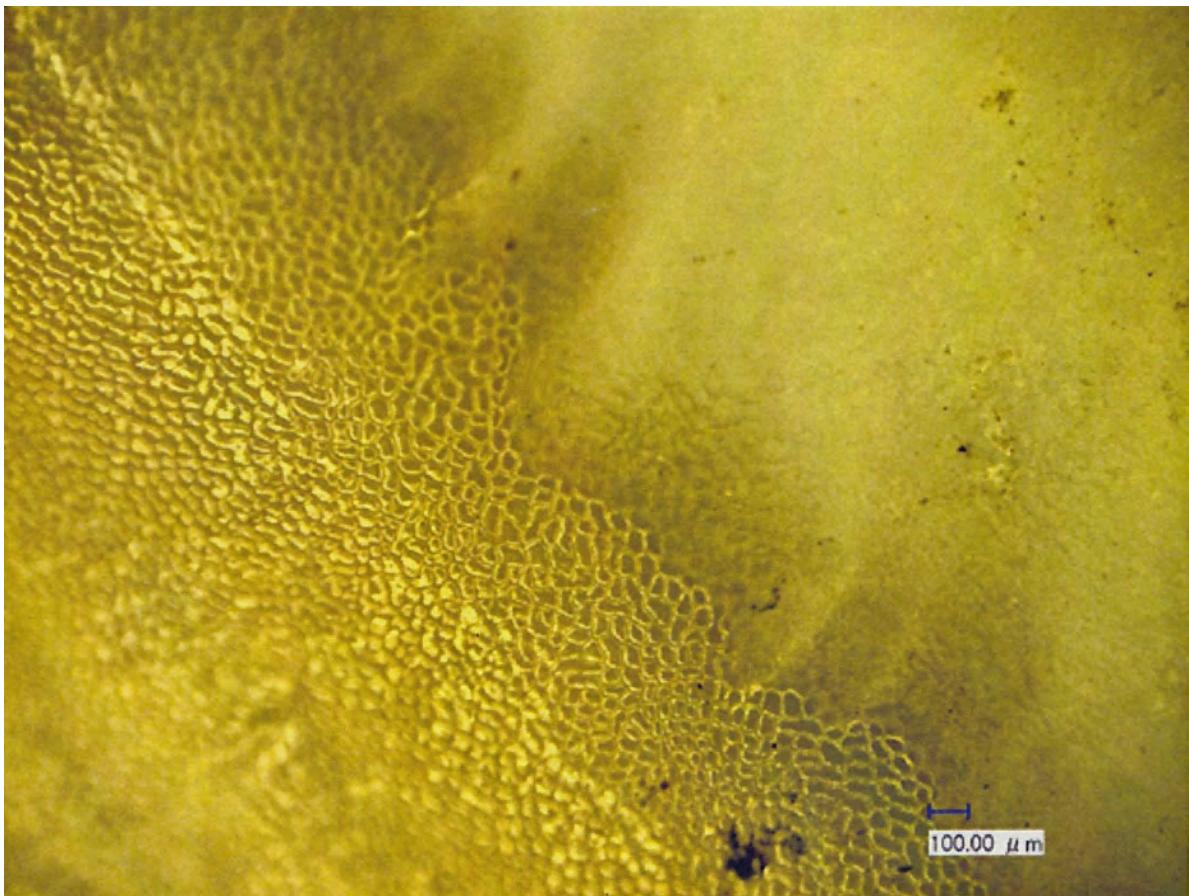


fig1-3. 殻内部表面に見られる外層(左)と内層(右)の遷移部。外層表面から稜柱状構造の稜柱の成長に対して垂直な面の構造が確認できる

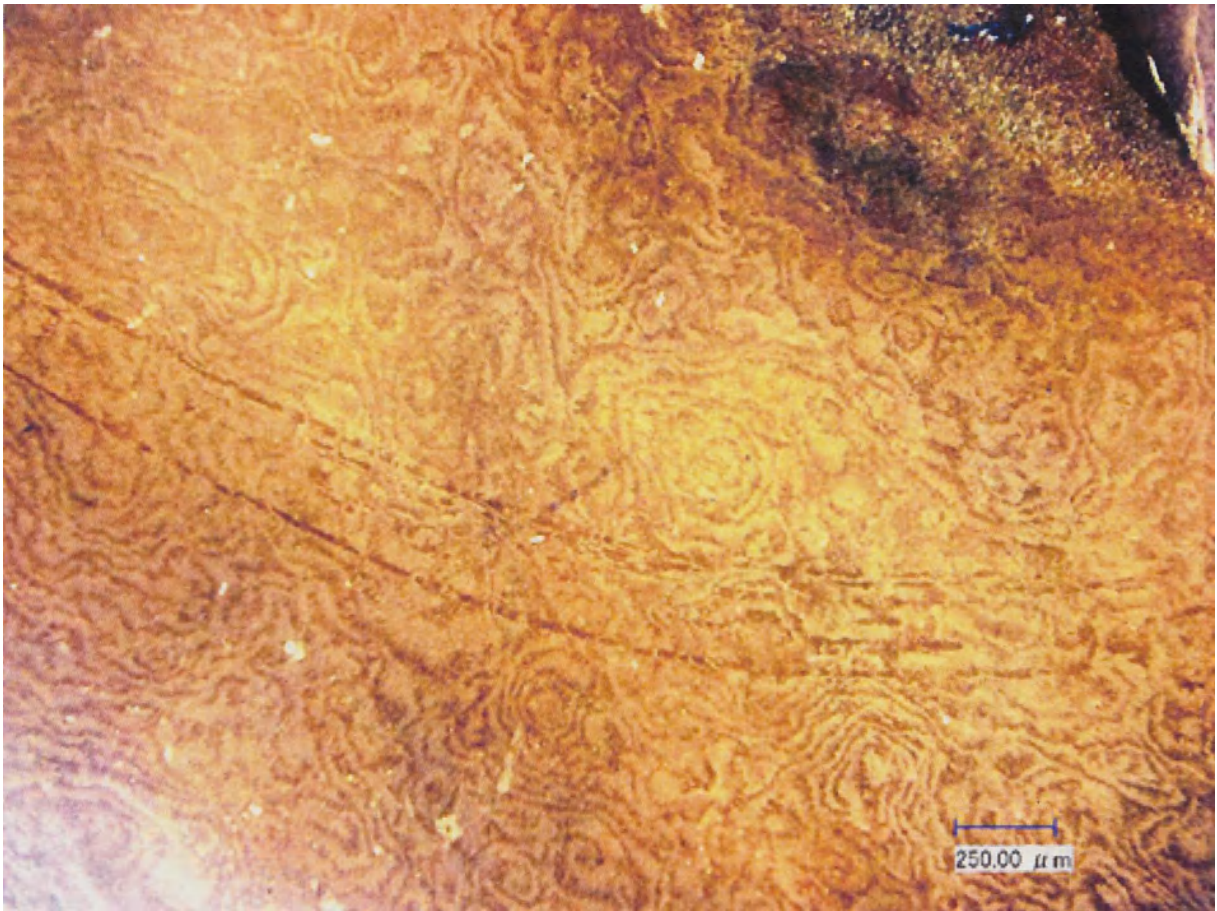
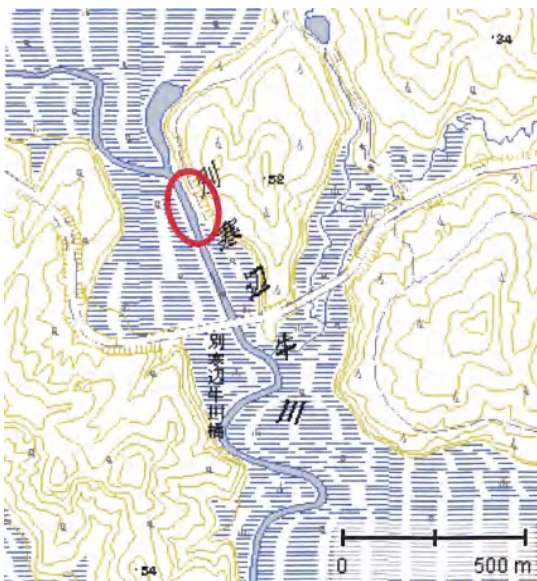


fig. 1-4. 内層表面. 真珠光沢を見せる真珠構造。(写真はコントラストを強調してある。)

2.3. 試料採取地点

別寒辺牛川本流の別寒辺牛川橋より上流、約 700m 付近左岸側、水深約 30~80cm にてカワシングガイを 25 匹採取した。



3. 研究手法

3.1. 研磨片作成

持ち帰った試料は以下の手順で断面を観察できる研磨片にする。

- ① 軟体部の除去、洗浄
- ② 最短成長軸に沿って切断
- ③ エポキシ樹脂で補強
- ④ 研磨

3.2. 顕微鏡観察

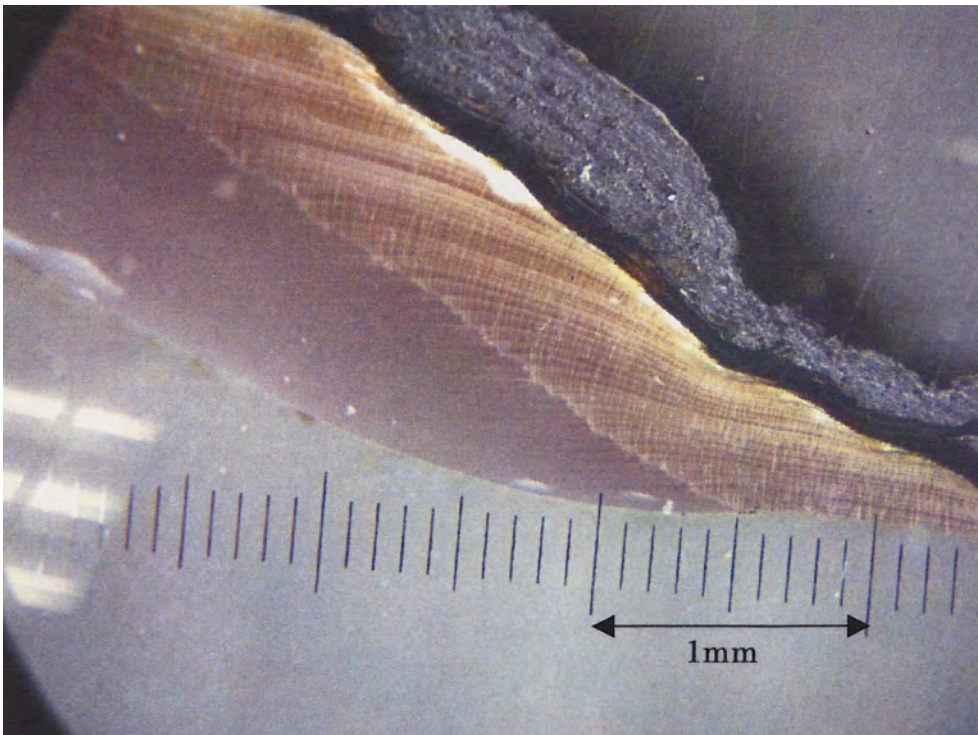
研磨片を実体顕微鏡下で観察する。さらに、観察したものをデジタル画像として取り込み年輪数、年輪幅を計測する。

4. 結果

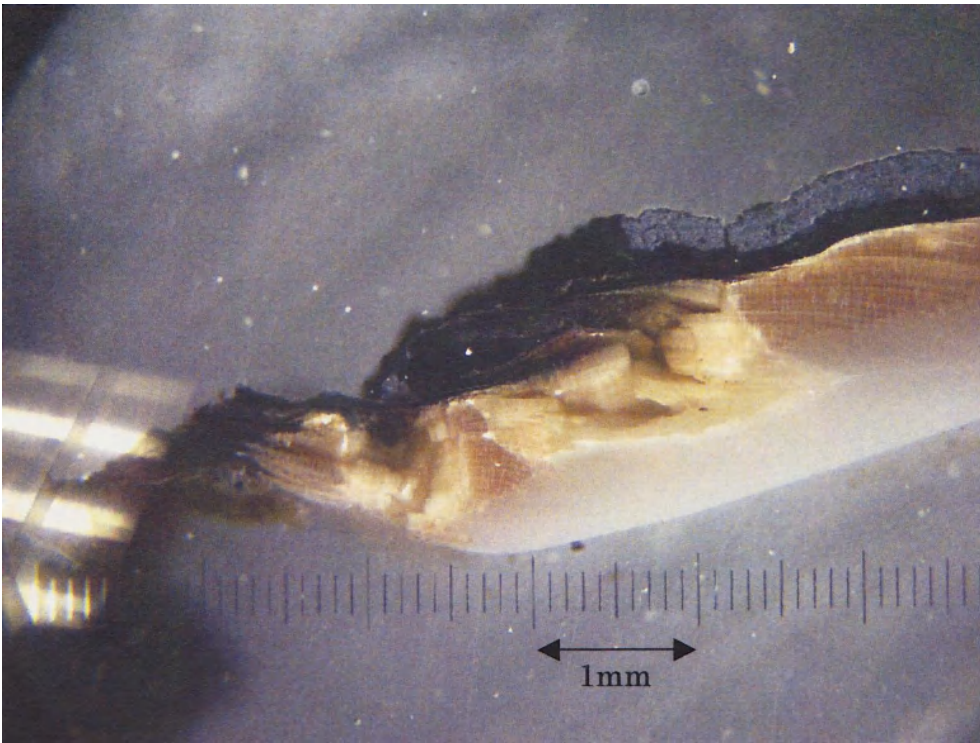
4.1. 年輪測定

採取したカワシンジユガイの内、大きかった順に 23 個体を切断した。その内、8 個体は殻の外層の損傷が大きく観察に適さなかったため、残りの 15 個体を観察した。

年輪幅は最少約 $10\ \mu\text{m}$ ～最大約 $1\ \text{mm}$ であった。殻の成長過程で外的な要因によると思われる損傷が見られる個体が多かった。



健全な成長をしている先端部



物理的破壊を受けた先端部

5. 考察

5.1. 長寿命の可能性

別寒辺牛川のカワシンジュガイは日本国内で確認されたカワシンジュガイの中でも最長級の寿命を有する可能性があることがわかった。尻別川、手塩川と比べ明らかに成長が遅く、小型ではあるものの、年輪が非常に細かく刻まれている。これには別寒辺牛川の位置する厚岸の気候条件や、湿原という独特の環境が大きな影響を与えていると考えられる。しかし、今回の観察結果で年輪として数えた成長線はすべて年輪であると断定することはできない。通常、ある成長線を年輪として認定するためには、日輪と呼ばれるさらに細かい日単位の成長線を計測・解析することが必要となる。本研究では、別寒辺牛川のカワシンジュガイの日輪は使用した顕微鏡の性能上観察することができなかった。

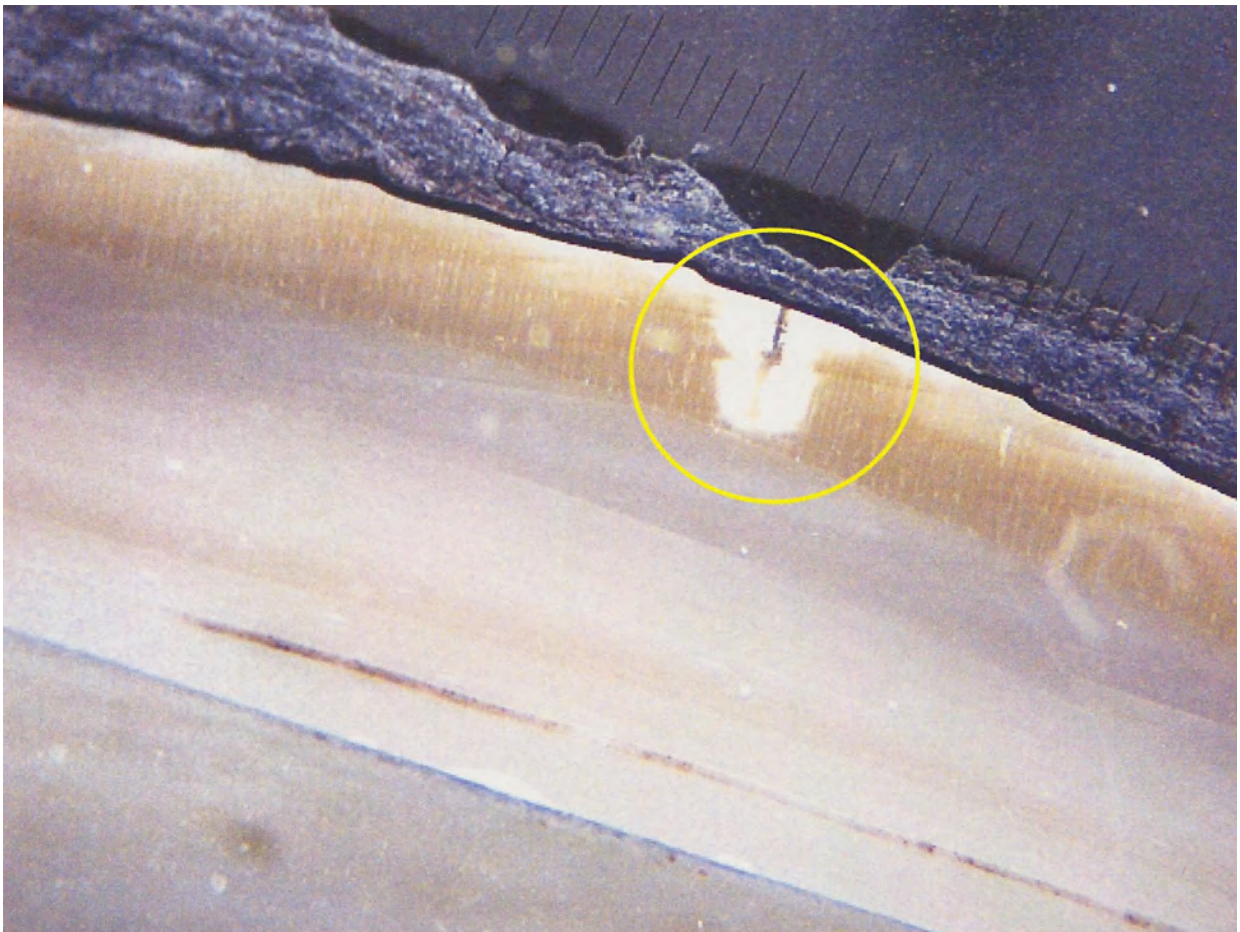
また、本研究で用いた手法によるカワシンジュガイの年輪観察は、まだ観察例が非常に少なく、今後さらに環境条件の異なる川のカワシンジュガイを同手法で観察することも重要である。各地のカワシンジュガイの成長線パターンと観測データとの比較から、カワシンジュガイの寿命や成長の速度を決める条件などが明らかになる可能性がある。

5.2. 殻の形態的特徴

別寒辺牛川のカワシンジュガイの殻は他の河川で採れるものと比べ、非常に薄い、靱帯や殻の殻頂部分の損失が大きい、殻皮の表面に泥が固まったような層が形成されている等

の特徴がある。カワシנגジュガイの殻の厚みと環境との関係は、別寒辺牛川と尻別川、手塩川との比較だけから言うと、底質の粒度が荒く、流速が速いほうが厚く、低質が細かく、流速が遅い方が薄くなっている。前者は上流から流されてきた石による損傷など、物理的な破壊に対する耐久性を増すために殻の厚みを増し、逆に後者はその必要が無いために殻が薄くなっていると考えられる。しかし、殻の厚みに関するデータは非常に乏しく、殻の形がそれぞれ違うことや、一つの殻の中でも、場所ごとに厚みにむらがあり、今後さらなる検討が必要だと考えられる。

靱帯や殻長付近の損失について、一つには単純に寿命が長いこと外部に曝されている部分が古く形成された所から損傷を受けていると考えられる。また、湿原特有のpHが低い環境が、 CaCO_3 という酸で融解してしまう物質でできている殻を溶かす、または脆くしている可能性もあるだろう。外層の残っている部分の末端や、殻皮の欠損部に見られるダメージから、外部に曝されていることの影響を見ることができる。



殻皮層の上に出来ている層は、泥のようなものが固まったように見えるが、断面から泥の中に絡まるように殻皮がめり込んでいるのが分かる。これは増水時に流されてきた泥の粒子が何らかの原因で殻皮に吸着したと考えられるが、個体によって厚みに差があるため、各個体周辺のミクロな堆積環境によって二次的に形成されていくと考えられる。

5.3. 古環境指標としての可能性

古環境の指標として、長寿であることが非常に高い価値を持っている。一方で、一年間の成長が小さいので、日輪観察の困難さや、化学分析をする際の解像度が低くなるという問題が挙げられる。今後、より詳細な観測データとの比較や、化学分析によって古環境指標としての有用性をさらに詳しく検証することが必要だろう。

6. まとめ

別寒辺牛川のカワシンジュガイがこれまで採取した他の河川の物と比べ、非常に長寿命な可能性があることが分かった。また、湿原という特有の環境で育ったカワシンジュガイの成長線観察から、寿命や貝の形態的特徴に環境が与える要因の解明のために非常に重要な基礎データが得られた。

参考文献

- Dunca, E., Mutvei, H., 2001. Comparison of microgrowth pattern in *Margaritifera margaritifera* shells from south and north Sweden. Am. Malacol. Bull. 16, 239-260.
- Mutvei & Westermark, T. (2001): How environmental information can be obtained from Naiad shells. In: Bauer, G. & Wächtler, K. (eds.): Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoidea. Ecological Studies, 145: 367-379, Berlin(Springer).
- Schone, B. R., Page N. A., Rodland D. L., Fiebig J., Baier S., Helama S. O., Oschmann W. (2006): ENSO-coupled precipitation records (1959-2004) based on shells of freshwater Bivalves mollusks (*Margaritifera falcata*) from British Columbia. Int J earth sci(Geol Rundsch), DOI 10.1007
- Kondo Takaki & Kobayashi Osamu (2005): Revision of the Genus *Margaritifera* (Bivalvia: Margaritiferidae) of Japan, with Description of a New Species, Venus. Journal of the Malacological Society of Japan, 64, 3/4, 135-140, Malacological Society of Japan
- 矢臼別演習場・別寒辺牛川水系土砂流出対策等検討委員会(2006): 矢臼別演習場・別寒辺牛川水系土砂流出対策等に関する最終報告書

謝辞

本研究は、平成 20 年度厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助金制度の補助金をいただいで進めることができました。

現地調査をするにあたり、澁谷辰生氏をはじめとする厚岸水鳥観察館の皆様には調査ポイントに関するアドバイスや宿泊など、お忙しい中非常にお世話になりました。