

白鳥の Sr 同位体について

中 野 孝 教

Sr という元素がありますが、これは原子量が88ぐらいです。水素は1、酸素は16ですから Sr は水素に比べて88倍、酸素に比べておよそ5倍ちょっと重いことになります。ところが実際には Sr には重さが異なる4種類の元素(重さは84, 86, 87, 88)があつて、これを同位体といいます。Sr 同位体というと、チェルノブイリなどを思いだされるかもしれませんが、これは Sr90 という同位体で、私が扱う同位体とは全くこととなりますので、ご安心下さい。さて Sr のうち87と86という同位体の比($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比)は0.7程度なのですが、細かく調べると、地質により色々変化することがわかってきました。我々の大学の機械では、色々な物質の Sr 同位体比($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比)を0.00002ぐらいの精度で識別できます。

鳥の羽には非常に微量ですが Sr が含まれています。鳥の食べた餌や飲んだ水には Sr が含まれているので、羽の Sr 同位体比は、そうした餌や水の Sr 同位体比を反映することになります。例えば海鳥は海の生物を餌にしていますが、海水や餌の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は0.7091なので、海鳥の羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比も0.7091となることがわかりました。白鳥の羽はシベリアで生えるので、シベリアで食べた餌(水草)の値を反映しているはずですが、水草は水から栄養をとるので、その $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比と同じような値をとるでしょう。水は岩石に触れているので、水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は岩石の値に影響されるはずですが、従って白鳥の羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比はシベリアの地質の値をかなり反映しているに違いありません。

日本で越冬する各地の沼の水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を測定した結果、図1に示してあります。これは横軸に水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を、縦軸に測定個数を示してあります。沼の水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、沼ごとに異なっていることがわかりました。例えば風蓮湖やクッチャロ湖などは海につながっているので、海水と同じ0.7091ぐらいでした。他の沼は海水より低い $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を示すこと、沼ごとに異なっていることもわかりました。各地の沼で食べている水草などの値は測定していませんが、もし白鳥の羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比が、白鳥が食べているものの $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を反映しているとしたら、各地の沼の水の値に影響され、越冬地ごとに異なっているでしょう。

図2は伊豆沼の結果ですが、ここでは水と水草(マコモ)の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は同じ値を示しました。しかし白鳥の羽とオナガの羽は、水やマコモとは異なる $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を示しました。羽がシベリアで生え日本で換羽しないとすると、羽の値はシベリアで食べていた水草などの値を反映している可能性があります。

もし白鳥が繁殖しているシベリア各地の沼の水や水草の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比がわかれば、白鳥がシベリアのどこで繁殖しているのかを羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比からわかるかも知れません。図3は、羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比による繁殖地の推定法について書いたものです。伊豆沼の白鳥の羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比が0.709だとしたら、伊豆沼のマコモの値は0.706ですから、その羽の Sr は伊豆沼で以外の他の場所で獲得されたものとなります。たぶん、その白鳥は水草が0.709という値をもつシベリアの沼からやって来たのでしょう。また白鳥の羽が0.710という場合には、同じシベリアでも、0.709という $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比をもつ沼とは違

った沼からやって来ただろう、という訳です。

白鳥の繁殖地はこれまで標識法により推定してきましたが、この方法はすべての白鳥について繁殖地を推定するには限界があります。白鳥の羽は1本程度でも分析できますから、もし羽から繁殖地がわかれば、鳥の生態について更に色々の情報が得られると期待できます。シベリアの沼や水草の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比がわかれば、今述べたようなことが、本当かどうか確かめられるのですが……。

シベリアの地質についても解っていないことが多いのですが、図4に示したように、おおざっぱなこととはわかっています。図4に示した楕状地というところは、古い時代にできた地質なので、たぶんその地域の岩石の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は日本とは異なり、高い $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比はもっと予想できます。従って、そのあたりで繁殖した白鳥の羽は高い $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比をもつのではないかと、という予想はできます。

白鳥の会の方より送られて来た白鳥の羽を分析した結果を、まとめて図5に示します。カモやオナガは白鳥とは違うところで繁殖したと考えられるので、少し違った値をもつことを予想していましたが、そのような結果はでていません。しかし予想どおり、白鳥の羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、日本の沼の水の値と異なることがわかりました。同時に白鳥の羽にはかなりバラツクこともわかりました。白鳥の成鳥の胸毛・初列風切り羽・雨覆い羽なども送って頂いたので、分析して見ましたが、部分により値が異なることもわかってきました。これはどういうことでしょうか？

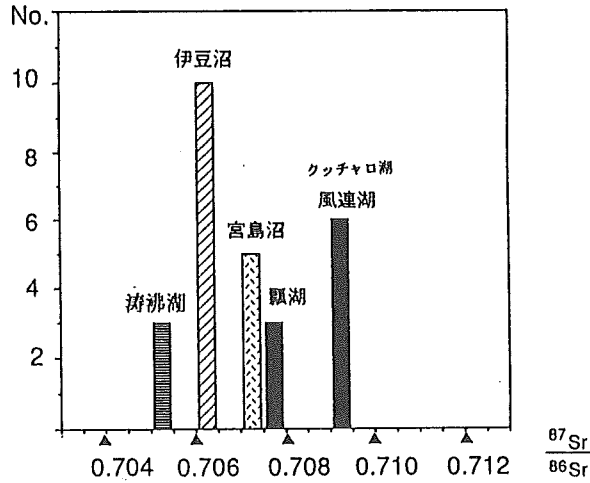
長谷川さんと話をした結果、こんな風に考えました。成鳥はシベリアでもいろいろな沼を移動しているので、食べた草の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は沼ごとに異なっているだろう。白鳥の羽の生える時期も、白鳥の体の場所により違っているから、全体としてみると一羽の白鳥でも部位により異なっているのではないかと、という訳です。また、羽が日本では生え変らないといっても、代謝の程度である程度は変化している可能性があります。例えば胸毛などは、日本でもかなり生えかわるようです。

特に、今回送って頂いたのは、日本から旅立つ時の羽で、日本にいる間の影響を大分考えなければならぬと思います。

そんな訳で、これからも色々な点を検討したいと考えています。そこでお願いしたいのは、次のようなことです。

1. 白鳥が日本にやってきた時の羽を分析したい。そうすれば、日本にいる間に食べたものによる $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の変化は無視できるだろう。
2. 幼鳥はその年にシベリアで生れたので、シベリアの色々な沼で生活していない。つまりシベリアの同じ沼からやってきた可能性が強い。ところが、成鳥はもしかすると、色々な沼を渡り歩いているかもしれない。そこで、幼鳥の羽、できたら風切りと胸毛を分析したい。ついでに親鳥の風切りと胸毛を分析したい。そのような親子のセットで幾つか分析すれば、かなりハッキリしたことがわかるのではないかと思います。運悪く、日本に来てまもなく死んだ幼鳥の場合には、いろいろな部分の骨を分析したい(骨は Sr 同位体分析がしやすいので)。

白鳥が越冬する湖沼のSr同位体組成

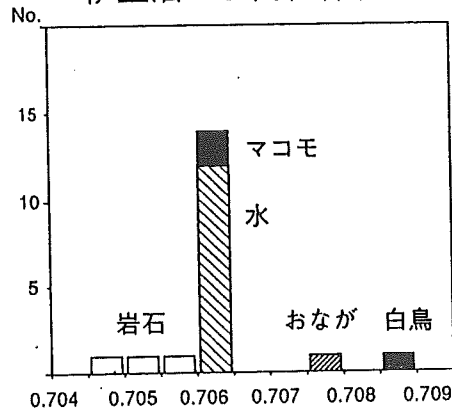


白鳥が越冬する湖沼のSr同位体組成

1. 海水 (0.70915) より低い
2. 湖沼ごとに異なっている
3. 単一湖沼の変動は0.0005以内である

図 1

伊豆沼のSr同位体組成

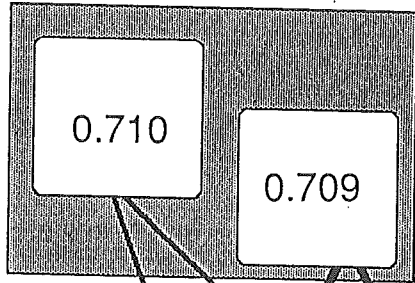


白鳥の餌 (マコモ) は水と同じSr同位体組成を持つ
渡り鳥の羽と餌のSr同位体組成は異なる

図 2

羽のSr同位体組成による繁殖地の推定法

シベリアの湖沼



白鳥



日本の湖沼

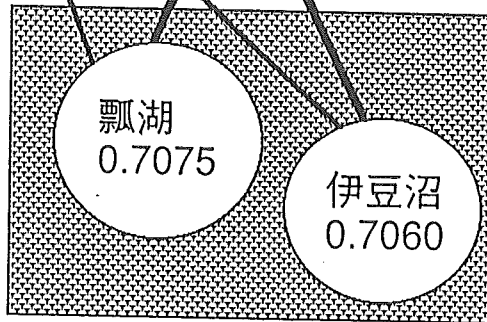


図 3

コハクチョウの渡りのコース（推定）

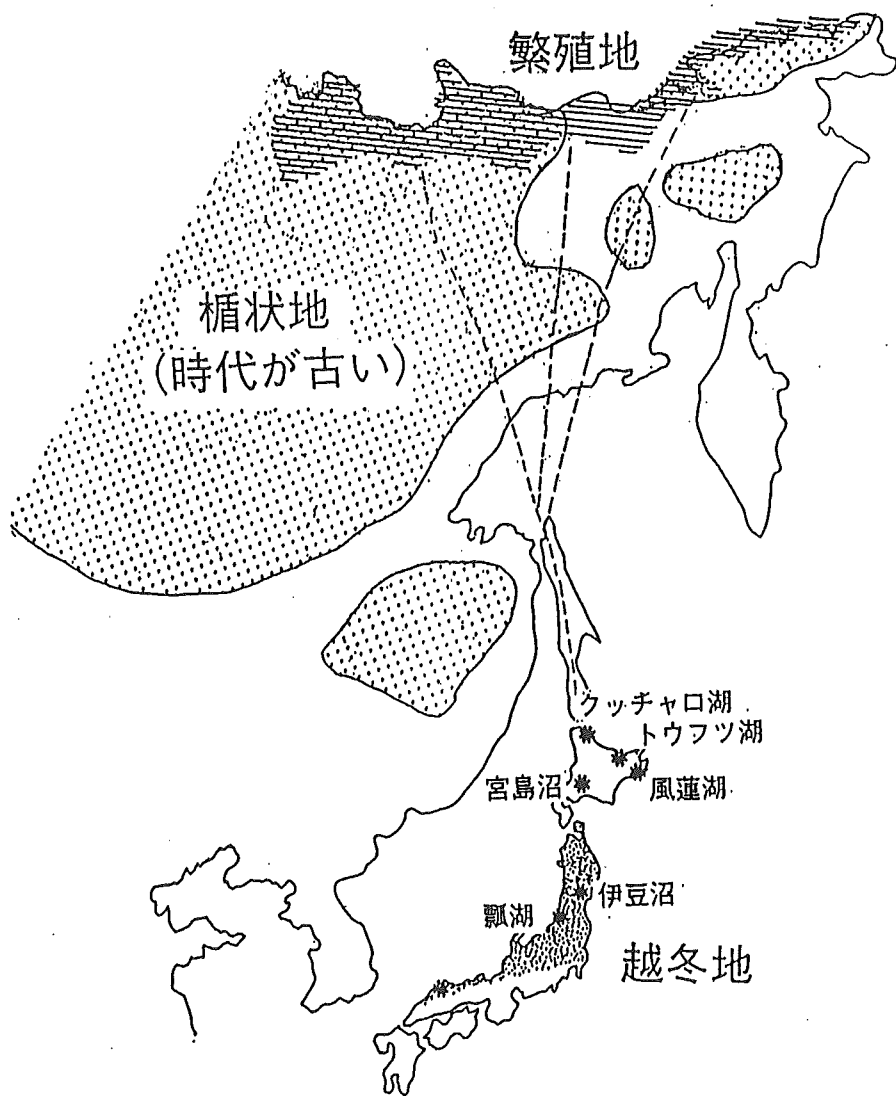
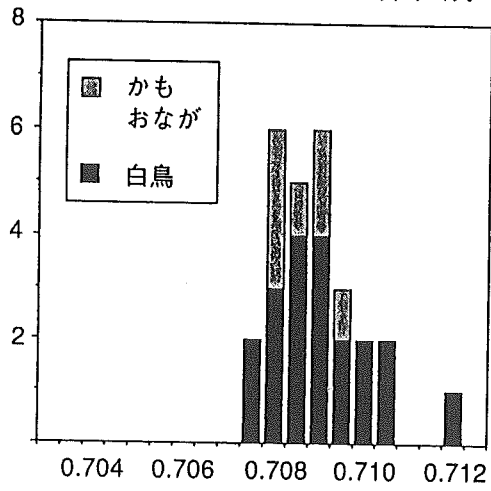


図 4

No. 渡り鳥の羽のSr同位体組成



渡り鳥の羽のSr同位体組成は0.707-0.712まで変化し、日本の湖沼の値とは異なっている

図 5