



平成 25 年 12 月 25 日(水)

十和田市長 小山田 久 様

株 式 会 社 県 南 環 境
代表取締役社長 気 田 哲 雄
<本 社>青森県十和田市大字三本木字野崎 4
TEL 0176-22-1541, FAX 0176-22-2662
<研究所>青森県三戸郡五戸町大字扇田字西ノ沢 9-102
TEL 0178-61-1120, FAX 0178-62-2570
環 境 カウンセラー 三 上 敬 二

平成 25 年度 十和田湖水質調査結果に基づく考察

平成 23 年度から水質調査を開始してから、25 年度は 3 年目になりますので、過去の水質調査結果と合わせて考察します。また、併せて奥入瀬溪流における発泡現象の原因と、十和田湖の湖岸で見受けられる藻の発生原因についても述べます。

1) 十和田湖の水温

水温は水質調査の基本的な調査項目で、気温、日照時間、降水量などの気象条件や流入河川の影響を受け、生物の活動などに影響を与えます。局所的、或いは急激な水温の変化は何らかの異常の可能性があると留意しなければなりません。3 年間の調査期間で異常な水温の変化は見られませんでした。

平成 25 年度の湖水の水温に関しては、24 年度より低い値となっており、23 年度よりはいくらか高い値となっております。24 年度の水温が高い値となったのは 23 年度、25 年度と比較して平均気温が高く、降水量が少なかった影響と考えられます。(図 1、図 2)

2) 十和田湖の PH、BOD、COD、大腸菌群数

PH(水素イオン濃度)に関しては、ほぼ全ての地点において PH7.7~8.1 の弱アルカリ性を示し、環境基準値 6.5~8.5 の中で推移しております。23 年度、24 年度と比べても有意差は無く、異常値や、アルカリ性から酸性へ急変するなどの異常は見られませんでした。(図 3)

湖沼においては微生物(ここでは植物プランクトンや細菌を指します)の炭酸同化作用(光合成)により水中の二酸化炭素を吸収するため、これにより PH がアルカリ性になります。地質的には十和田湖の基盤岩は凝灰岩類と言われており、秋田県大館市で採掘されている十和田石(緑色凝灰岩)と類似した岩盤であると思われます。緑色凝灰岩には PH 緩衝があるため、これが十和田湖の水を弱アルカリ性に収束させていることも考えられます。

PH について注意すべきは急激な値の変化です。PH の急激な変化は魚類がきりもみ状態で浮遊し死に至ることもあります。

また、PH 値 5.0 以下の酸性、11.0 以上のアルカリ性になると殆どの魚類は死に至り、生息できません。十和田湖においては前述した通り環境基準値内で推移しており、急激な変化も無いことから特に問題は無いと考えられます。

BOD(生物学的酸素要求量)は微生物が水中の有機物(糖類、有機酸、タンパク質、脂質など)を分解する時に消費する酸素量をもって有機物による水質汚濁の指標とするものです。BOD に関しては神田川において 23 年度の 8 月が 1.1mg/ℓ、湖北部において 25 年度の 8 月が 1.1mg/ℓ、10 月が 1.3mg/ℓ となっており、他の地点は何れも 23 年度から 25 年度まで 1.0mg/ℓ 以下で推移しております。

(図 4)

BOD が高いと水中の溶存酸素量が低下し酸欠状態となり、好気性微生物にかわって嫌気性微生物が増えて有機物を腐敗させ、悪臭の原因となったり水生生物を弱らせて魚類の生息を困難にしたりします。十和田湖の BOD は 1.0mg/ℓ を超える地点がいくつかありますが、全体的に低い値を示しており有機物による水質汚濁は小さいと言えます。なお、湖沼に BOD の環境基準値は設定されておりません。

COD(化学的酸素要求量)に関しては全地点において毎年 8 月が湖沼(類型 AA)の環境基準値 1.0mg/ℓ を超えております。特に 25 年度の 8 月は高い値を示しておりますが、これは 8 月の降水量が多く、土砂などが流れ込んだ影響もあるものと考えられます。COD の環境基準値を超えていると述べましたが、環境基準値の適合判定は環境基準点における 75%値で行います。その場合、本調査のような年間の内 3 ヶ月分の水質検査結果だけでは環境基準値の適合・不適合の判定には適しません。貧栄養湖である十和田湖では水産用水基準は適用されませんが、参考までにヒメマスの自然繁殖条件 COD2.0mg/ℓ で考えた場合、ほぼ全ての COD の値が 2.0mg/ℓ 以下となっております。COD は BOD と同様に有機汚濁の指標ではありますが、還元性の無機物が多い場合でもその値は高くなることがあるため、生物分解性有機物の酸素要求量である BOD の値と合わせて見ることも必要です。(図 5) 雨などによって、土砂に含まれる還元性の無機物(鉄、硫化物など)が湖に流れ込みます。COD は酸化剤を用いた水質試験であるため、有機物だけでなく還元性の無機物が多いとそちらでも酸化剤が消費されることとなります。よって、十和田湖の COD の値を高くしている要因は有機物だけでなく、自然に流入してくる土砂に含まれる還元性の無機物によることも考えられます。

大腸菌群数に関しては神田川河口付近と奥入瀬溪流放流と湖北が高い値を示しております。(図 6) 湖沼(類型 AA)の環境基準値は 50MPN/100m ℓ となっており、全体的に 8 月が環境基準値を超える傾向があります。23 年度の 5 月に湖心で、25 年度の 10 月には湖北部と奥入瀬川放流付近でふん便性大腸菌群が検出されております。ふん便性大腸菌群は大腸菌群に属し、哺乳類の腸管から排出されるものであり、人為的汚染の指標となるものの 1 つです。

大腸菌群数が多いと、その水は飲み水とする場合に問題となりますが十和田湖の場合、湖水自体を飲用水として利用しておりません。十和田湖ではカヌーや水上スキー、砂浜の波打ち際での水遊びなどで観光客が湖水に触れることはありますが、本来水浴場ではなく遊泳禁止にもなっているため水浴場で定められている水質基準は適用されません。仮に水浴場だとしても、水浴場の水質基準で定められている項目は大腸菌群数ではなく「ふん便性大腸菌群数」です。湖北、湖心、奥入瀬川放流(子ノ口)でふん便性大腸菌群が検出されておりますが、水浴場の基準値には適合していません。

【参考事項】

十和田湖の COD は青森県の調査においても環境基準値を超えておりますが「(数値が)横ばいで推移しており、水質が安定化の傾向にあることが示唆される」とまとめられております。また、COD75%値は 1.1mg/L～1.6mg/L と報告されております。

参考文献：全国環境研究会誌 Vol.38 No.2(2013)『〈報文〉十和田湖における水質調査結果に関する報告』より

青森県の調査結果の COD75%値を仮に水産用水基準に照らし合わせた場合、これはヒメマス其自然繁殖条件 2.0mg/L 以下に適合しております。

3) 十和田湖のプランクトン

魚類の食飼となるものは植物プランクトン、動物プランクトンであり、これらのプランクトン量の増減が魚類の生育に影響します。平成 23 年度の報告書でも述べておりますように、十和田湖のプランクトンは、他の湖沼等に比べて種類、量ともに少なく、魚類がこの少ないプランクトンを捕食して成長するわけですが、ヒメマスよりも捕食性の高い魚が共存すると、その生育に影響が出ることが考えられます。

3-1) 動物プランクトンについて

動物プランクトンに関して、25 年度は 24 年度の 2 倍以上の出現で、ノープリウス(ケンミジンコの幼虫)やゾウミジンコ、輪虫類が多く見られ、魚類の食飼となる動物性タンパク質が過去に比べて多くなっております。(図 17～図 19) ヒメマスが捕食する大型の動物プランクトン(ミジンコ)も確認されております。

貧栄養湖の十和田湖は、もともとプランクトンの少ない湖ですので 24 年度に比べて 25 年度が約 2 倍になっても魚類のエサが少し増えたという程度で、動物プランクトンの増殖で水質に悪い影響を与えることはありません。

3-2) 十和田湖の藻(植物プランクトン)について

十和田湖の湖岸で見受けられる藻についてですが、まずは藻類と植物プランクトンについて説明します。藻類というのは水中に生息し、光合成を行い、独立栄養生活をする下等植物の総称を言います。この水域の生物の内、それ自体に移動力が無いか、有っても非常に弱く、水の動きに逆らわず浮遊して生活しているものを植物プランクトンと称しています。

「植物プランクトン」 = 「浮遊性藻類」

海域や湖沼で発生するアオコや赤潮といった藻が水面を埋め尽くしたり水の色が変わって見えたりするような現象は、植物プランクトンの大量発生が原因です。アオコや赤潮の原因となる主な植物プランクトンは藍藻です。藍藻は窒素やリン、有機物が多く含まれる富栄養化した水域で増殖し異臭味の原因となる種や毒素を出す種もいます。

十和田湖における植物プランクトンの発生量を見ると、25年度は23年度に類似しており、24年度は多くなっております。植物プランクトンはクロロフィル(葉緑素)を有していて光合成を行い、水温が高い時や夏季に繁殖が増加します。24年度は降水量が少な

く、猛暑であったことにより植物プランクトンの増殖効果あったと考えられます。(図 9～図 13)

植物プランクトンの種類については全体的に珪藻が全月、全地点で優占種となっております。他に緑藻、渦鞭毛藻、藍藻などが観察されました。

珪藻は厚く硬い殻をもっており、静止水域では沈降します。また、水中の水草、石、落葉などに付着します。

渦鞭毛藻は鞭毛という尻尾のようなものがあり遊泳します。調査で確認された渦鞭毛藻はツノオビムシですが、ツノオビムシは赤潮を形成すると言われる主には属しません。

緑藻はセルロースの細胞に覆われ緑色の光合成色素を持ちます。アオサやアオノリが緑藻に分類されます。23 年度の 10 月に宇樽部川河口と湖北部で増加していますが、それ以降の発生量は多くありません。

藻類の中でも湖水中の生物や湖水質の悪化を招くものは前述した藍藻ですが、十和田湖の場合は藍藻が少ないことがわかります。魚類の生息に影響を与える藍藻は非常に少なく、十和田湖自体は富栄養化湖でないことを示しております。(図 14～図 16)

植物プランクトンの調査結果から、十和田湖は富栄養化湖ではなく水質を悪化させる藻類は非常に少ないことがわかります。湖

岸で確認される藻は、季節的なものと気温・水温・降水量・日照時間などの気象条件を要因とした珪藻や緑藻の増加であり、本調査で確認された植物プランクトンの種類及び量からは水質、魚類や水生生物に悪影響を与えるものではありません。

4) 奥入瀬溪流

次に奥入瀬溪流について述べます。PH に関しては 7.4~7.9 の弱アルカリ性を示しております。(図 20) BOD は 24 年度の 10 月の惣辺川の値が高くなっておりませんが、全体的に低い値となっており、河川(類型 AA)の環境基準値 1.0mg/l を下回っております。(図 21)

25 年度 8 月の SS、COD、については 24 年度の 8 月よりも高い傾向を示しておりますが、これは 8 月の降水量が多く土砂などが流れ込んだ影響と考えられます。(図 22、図 23)

流入 3 河川のうち奥入瀬溪流に最も影響を与えているのは惣辺川であり、全窒素も全リンも高い値を示しております。(図 24、図 25) 大腸菌群数においても 23 年度、24 年度と同様に気温の高い 8 月に多くなっております。(図 26)

窒素、リンは富栄養化の指標であり、湖沼や流れが淀んでいる河川で富栄養化が進むと水中の溶存酸素量が減り魚類の生息に弊

害を及ぼす恐れがあります。奥入瀬溪流の場合は常にある程度の流量があるため、著しい富栄養化の進行は見られません。但し、下流域の奥入瀬川の水は農業用水として利用されているため、上流に位置する奥入瀬溪流の水質の変化には今後も留意する必要があります。

●全窒素、全リンの河川別比較

惣辺川 > 大幌内川 > 養老沢

※これは、惣辺川上流に全窒素、全リンが高くなる何らかの要因があると考えられます。

4-1) 奥入瀬溪流の発泡現象について

平成 22 年に奥入瀬溪流で発生した発泡現象については、河川における発泡現象が生活排水や工場排水等に含まれる界面活性剤、陸上植物や植物プランクトン由来の多糖類によるものという事例が知られておりますが、調査地域周辺には工業地帯は無く、下水道が整備されているため生活排水や工場排水に起因する発泡現象が起こる可能性は低いと考えられます。よって、植物プランクトン由来の多糖類増加が奥入瀬溪流での発泡現象の原因と考えられました。

当時の発泡現象は奥入瀬溪流放流付近でも確認されているため、奥入瀬溪流の上流に位置する十和田湖における植物プランクトンの

増加に伴い発泡現象が発生することが予測されました。しかし、十和田湖における植物プランクトンの増加が 24 年度に見られましたが、本調査でのサンプリング実施時に奥入瀬溪流での発泡現象は確認されておりません。22 年の発泡現象発生時の植物プランクトンの量が不明であり 3 年間の調査結果との比較はできませんが、植物プランクトンの発生状況だけでは発泡現象の要因としては不十分であることがわかりました。

5) 十和田湖全体の水質の考察

十和田湖水は、水温が高く、観光客等、人の集まる 8 月に種々の項目が高い値を示しており、雪解け水の入る 5 月、水温が下降する 10 月は 8 月に比べて低い値を示しております。特に大腸菌群数は 8 月に高い値を示す傾向にあります。ただし、5 月、10 月には環境基準値に適合している地点もありますので、8 月に基準値を超過していても寒冷期には減少している可能性も考えられます。スポット的な環境基準値の超過だけに焦点を置かず、今後は年間を通した変化を捉えつつ、これまでの調査結果から推測される各地点の汚染要因を特定し、対策を講じていくことが必要です。

5-1) 各地点周辺環境が水質へ与える影響

人的活動が盛んで道路、広場、建造物が集中している場所を流れる神田川と宇樽部川は、下水道が整備されており生活排水が直接河川へ流出する可能性は小さいと思われれます。それ以外では、田んぼや畑から流れる非特定排水や路面から流れ込む雨水が水質への影響を与えている可能性が考えられます。

湖心は遊覧船が通るルートと近く雨天時に甲板から流れる雨水や神田川、宇樽部川から流入した水が拡散する可能性はありますが神田川河口付近、宇樽部川河口付近と比べ人的活動による直接的な汚染は極めて少ないものと考えられます。

湖北部は居住施設、観光施設が無く神田川や宇樽部川など流入河川の影響も小さいと考えられます。

奥入瀬溪流放流は十和田湖の水が全て集まる場所であることから他の地点の水質変化の影響を最も受け易いと考えられます。

5-2) 汚染の可能性

神田川河口付近、宇樽部川河口付近における BOD、COD、大腸菌群数が、観光客が増加する 8 月に高い値を示す傾向にあることが調査結果から分かりました。これは季節的な要因だけでなく人的活動によるところも大きいと言えます。

流入河川の影響が小さく人的活動も無い湖北部ですが、BOD、

COD、大腸菌群数が高い値を示すことがあり、ふん便性大腸菌群が検出されたことから、何らかの人為的汚染の可能性があると言えます。

5-3) 汚染原因の特定

神田川河口付近、宇樽部川河口付近の場合は、周辺地域の下水が整備されているため生活排水が湖へ流入していないと考えられますが、実際に観光施設等からの排水が無いか調べる必要があります。又、田んぼや畑からの非特定排水や路面から流れ込む雨水の影響も確かめるために、集落から離れた上流域の水質と河口付近の水質を比べることも必要です。

湖北部の場合は、現時点で原因を断定することはできませんが、十和田湖の水中に哺乳類の存在は確認されていないため、ふん便性大腸菌群の検出はトイレ等の排水が流入したことによる人為的汚染によるものである可能性が高いと考えられます。しかしながら、湖北部でふん便性大腸菌群が検出されたのは1回だけであり、23年度の5月には湖心でも検出されていることから、汚染の可能性を見究めるには湖北部や湖心でふん便性大腸菌群がどのように検出されるか今後もデータを集める必要があります。

湖心、奥入瀬溪流放流の場合は、前述した汚染要因の特定と

それらの排除あるいは改善をすることで水質が改善されると考えられます。

6) まとめ

6-1) 奥入瀬溪流の発泡現象

現時点で発泡現象の要因を明確に断定することはできませんでした。植物プランクトンの調査に加えて、発泡現象の他の要因として考えられる放線菌、真菌等の汚水性細菌の調査を推奨します。放線菌、真菌等は水に異臭をつける原因生物の1つで、一般的に有機汚染された水域ほど多く検出されますが、適当な環境条件があれば汚染の少ない水域でも増殖することがあります。これらの菌は代謝産物としてリン脂質、糖脂質等の産生物質が発泡原因となることがあります。これらの物質は流れの速いところでなく、淀んだ所に集まってきて発泡が認められます。また、発泡現象の発生の有無を確認するためのモニタリング回数を増やすことも検討する必要があります。

6-2) 十和田湖の湖岸に見受けられる藻

藻の発生原因は季節的、気象条件による珪藻や緑藻の増加によるものです。これらの植物プランクトンの増加は、水質、魚類や水生生物へ悪影響を与えるものではありません。

6-3) 十和田湖の水質

宇樽部川河口付近、神田川河口付近は人為的汚染を受けている可能性が高いことがわかりました。この人為的汚染の要因を特定するためには、周辺観光施設などから川への排水の有無の調査、当該河川の上流、下流の水質比較を行う必要があります。

湖北部には人為的汚染の可能性があることがわかりましたが、現時点で断定することはできません。湖北部周辺に汚染要因となる排水の流入箇所が無いか北部周辺の施設などを確認すること、今後も同様の水質結果が出るのかどうか水質調査を続ける必要があります。

以上