



Q

&

A

水



清らかな水と美しい自然に恵まれた奥日光。
その豊かな恵みを次の世代へと引き継ぐため、
湯ノ湖、湯川、中禅寺湖の水質を守るさまざまな取組がなされています。

でも、日々変化する水の姿に、私たちは時として不安を感じたり、疑問を感じたりすることがあります。そこには、見た目からだけでは分からず、さまざまな自然の営みがかかくされているのです。

「奥日光の水は今どんな状況なの?」「こんな水の現象はどうして起こるの?」
本書では、県が行った最新の調査結果などをもとに、そんな奥日光の水に関する疑問にお答えします。



奥日光清流清湖保全協議会

もくじ

湯／湖と中禅寺湖	2
Q 1 湯／湖や中禅寺湖の水質は悪くなっていないの？	3
Q 2 湯／湖がひどくにごって見えるときがあるのはなぜ？	4
Q 3 湯／湖で「コカナダモ」の刈取りをするのはなぜ？	5
Q 4 湯川や中禅寺湖で見かける泡の原因は？	6
水質に関する用語	7
湯／湖・中禅寺湖の水質	10
奥日光水域の湖・池沼	11
ラムサール条約登録湿地「奥日光の湿原」	12



湯ノ湖と中禅寺湖

湯ノ湖は奥日光の最上流部、白根山の東麓に位置し、三岳の噴火によりできた天然の「せき止め湖」です。天然の温泉水やわき水が流入しており、観光や釣りに利用されています。

中禅寺湖は男体山の噴火によりできた、やはり天然のせき止め湖です。湯ノ湖の下流に位置し、観光や釣りに利用されるほか、湖水は上水道にも利用されています。

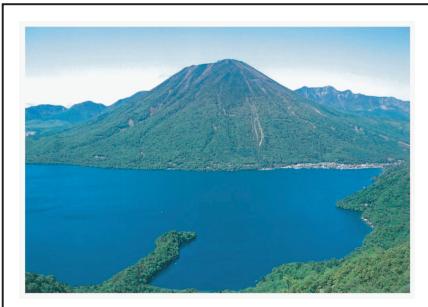
この二つの湖やそれらをつなぐ湯川を含む奥日光水域は、全国でも屈指の自然景観を形成しています。

また、平成17年には湯ノ湖や中禅寺湖の上流側に位置する戦場ヶ原などが、特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地として、ラムサール条約湿地に登録されました。

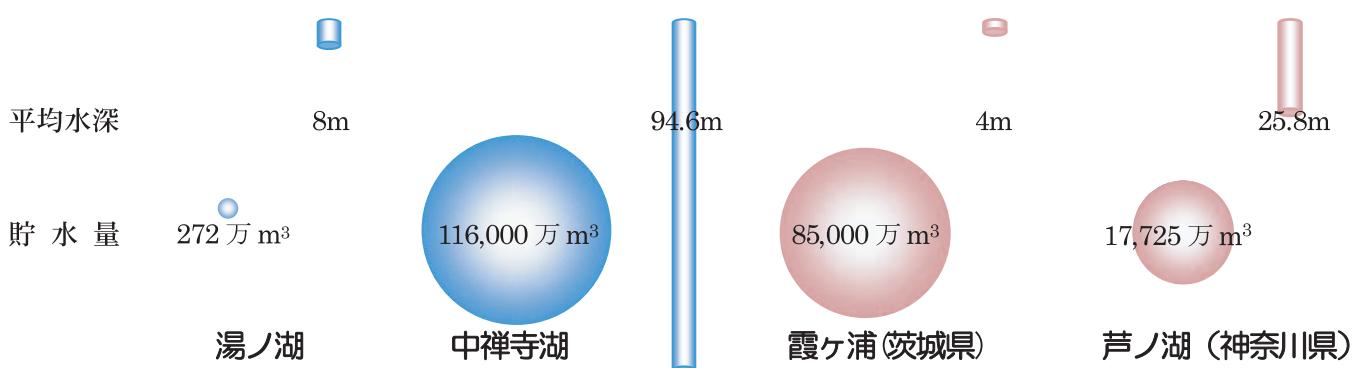
湯ノ湖と中禅寺湖を比較すると、面積、貯水量、水深、滞留時間（水が入れ替わるのに必要な時間）、流域面積とも大きな開きがあり、このことが二つの湖の水環境を特徴づけています。

中禅寺湖は水深が深いため、面積でははるかに大きい霞ヶ浦よりも貯水量が多くなっています。

湯ノ湖と中禅寺湖の比較

項目	湯ノ湖	中禅寺湖
		
撮影	齋藤 茂	米山 直昭
面 積	0.35km ²	11.5 km ²
貯水量	272万m ³	11億6千万m ³
最大水深	14.5 m	163 m
平均水深	8 m	94.6 m
滞留時間	約1ヶ月	約6年
流域面積	18.2 km ²	132.2 km ²

栃木県湖沼水質保全基本指針(平成5年)より抜粋



湖の貯水量(図は貯水量を球体として表す)と水深

Q1

湯ノ湖や中禅寺湖の水質は悪くなっていないの？

奥日光には観光客が大勢訪れるので、貴重な水環境が汚れてきているのではないかと心配しています。大丈夫でしょうか。

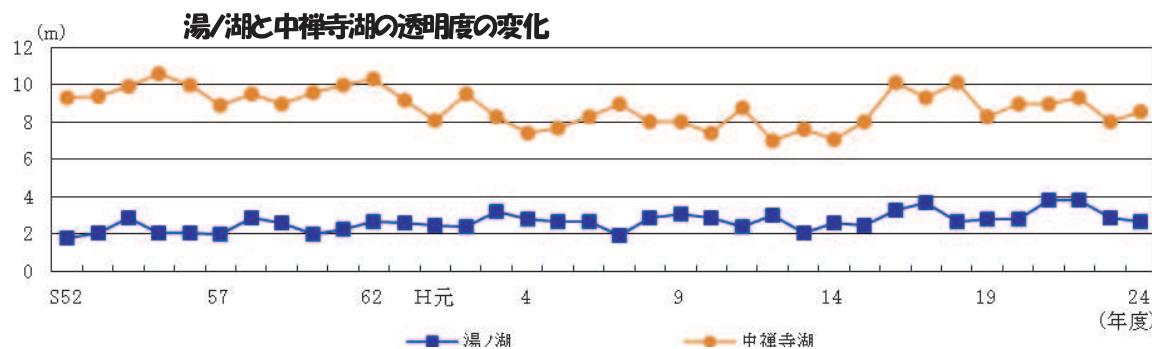
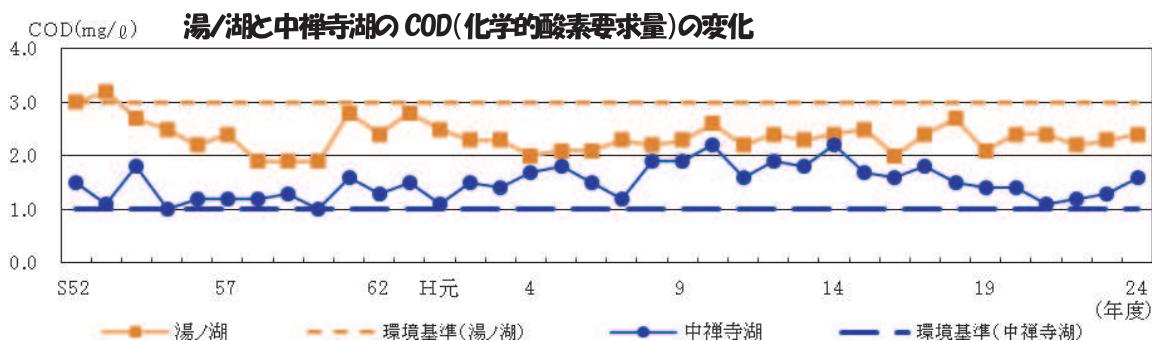
最近の傾向をみると、大きな変化はありません。

A1

かがくてきさんそようきゅうりょう
湖沼の水質汚濁の代表的な指標であるCOD（化学的酸素要求量）と透明度について、最近の傾向をみると、大きな変化は見られません。

湯ノ湖及び中禅寺湖について、過去5年間の傾向を見ると、中禅寺湖の COD について改善が見られるほかは、ほぼ横ばいで推移しており、大きな変化はみられません。

なお、年による違いは降雨量など気象の影響が大きいと考えられます。



CODについて環境基準と比較すると、湯ノ湖は環境基準を達成していますが、中禅寺湖は達成していません。

湯ノ湖と中禅寺湖の COD 環境基準達成状況(湖心・平成 24 年度)

湖沼名	COD 環境基準	COD 測定値	達成状況
湯ノ湖	3 mg/l (湖沼 A 類型)	2.4	達成
中禅寺湖	1 mg/l (湖沼 AA 類型)	1.6	未達成

Q2

湯ノ湖がひどくにごって見えるときがあるのはなぜ？

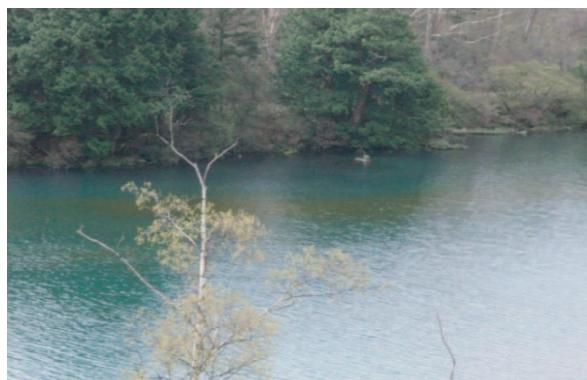
大雨が降った後などに、数日間湖水が茶褐色に着色しているときがあります。その原因は何ですか？

植物プランクトンの大量発生によるものと思われます。

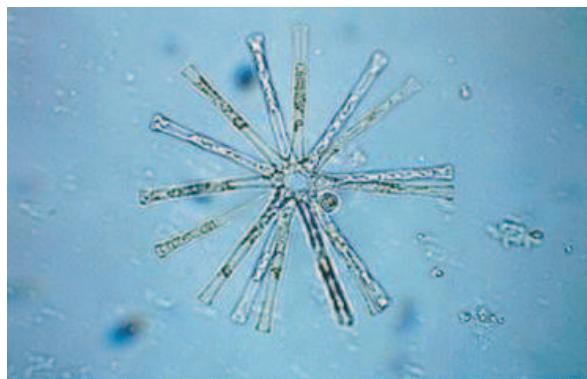
A2

大雨により川が増水するとともに濁った水が大量に流入すると、それを養分とする植物プランクトンが大量発生し、湖水が茶褐色に濁ることがあります。

平成 16 年 6 月、平成 23 年 6 月の台風に伴う降雨の後、湯ノ湖の水が茶褐色に濁りました。県保健環境センターが調査したところ、淡水赤潮の原因となる植物プランクトンの一種、ホシガタケイソウが大量に発生したことによるものと判明しました。



湯ノ湖の着色



ホシガタケイソウ

Q3

湯ノ湖で「コカナダモ」の刈取りをするのはなぜ？

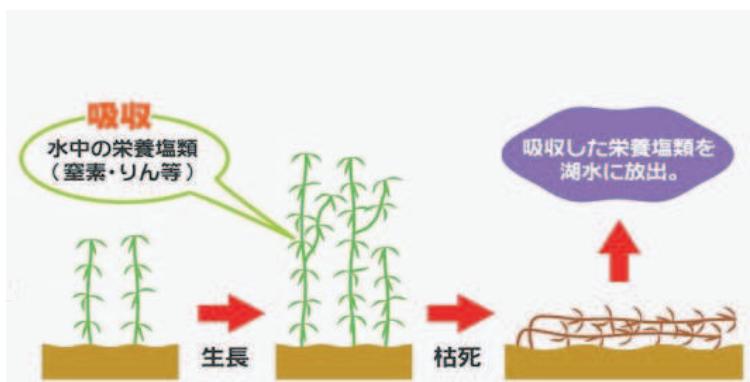
湯ノ湖では毎年地元の人や行政機関の人が大勢集まってコカナダモの刈取りが行われています。さらに、秋には県が刈取船によるコカナダモの刈取りを行っています。目的は何ですか？

湖水をきれいに保つことが主な目的です。

A3

水質の保全のほか、**景観の保全**、ボートのスムーズな航行のため、コカナダモの刈取りを行っています。また、このことは**生態系の保全**にもつながっています。

コカナダモなどの沈水植物（体全体が水の中で育つ水草）は春から秋にかけて富栄養化の原因となる窒素やりんを吸收しながら成長します。外来種のコカナダモを刈取ることで、窒素・りんを系外に除去し、富栄養化を防止しています。



コカナダモと窒素・りん

コカナダモは北米原産の沈水植物で、湯ノ湖では昭和 48 年に初めて確認され、それ以降急速に生育範囲を広げてきました。それに伴い絶滅危惧種に指定されている在来種のヒメフ拉斯コモやカタシャジクモ、センニンモが減少しました。

最近、コカナダモの刈取りの効果などで、水中に入る光が遮られなくなったことにより、これらの沈水植物の生育範囲が再び増加するとともに、平成 24 年度には、絶滅危惧種に指定されているツツイトモが初めて確認されました。



コカナダモ



Q4

湯川や中禅寺湖で見かける泡の原因は？

湯川の水の流れがよどんだ場所などで泡のかたまりをよく見かけます。景観上好ましくないと 思いますが、その原因は何ですか？ また、この泡の発生を防ぐことはできないでしょうか？

とうるい
糖類が主な原因と考えられます。

A4

糖類が主な原因と考えられます。なお、洗剤などに含まれる界面活性剤は検出されておりませ ん。

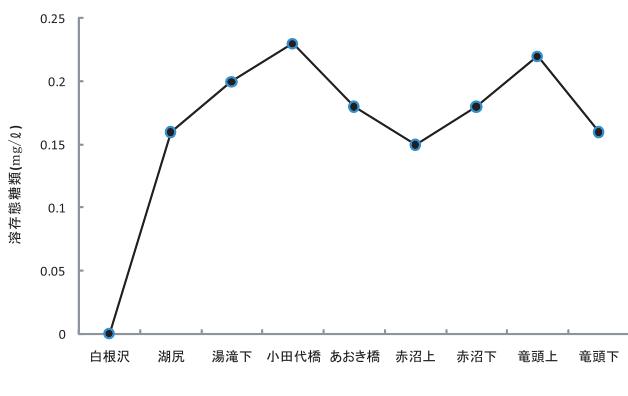
糖類やタンパク質が泡の原因になることはよく知られています。

県保健環境センターの調査においても、湯川や湯ノ湖で採取した泡と水から糖類やタンパク質が検出され、落葉植物の葉とコカナダモからも共通の糖類が検出されました。洗剤などに多く含まれる陰イオン界面活性剤及び非イオン界面活性剤は検出されておりません。

これらの調査結果と溶存態糖類（水に溶けた状態での糖類）の濃度変化から、湯川などで見かける泡は植物由来の糖類などが主な原因と考えられ、流れの速いところや落差のあるところなどで発生しているものと推察されました。



湯川における泡



湯川における溶存態糖類の流量変化



水質に関する用語



環境基準

人の健康を保護し、生活環境を保全するうえで維持することが望ましい基準であり、環境施策に係る行政目標です。

「人の健康の保護に関する環境基準」として、カドミウムやひ素、鉛など全27項目について一律に厳しい基準が定められています。奥日光の水域では、すべての項目について環境基準を達成しています。

また、「生活環境の保全に関する環境基準」として、COD・BOD、pH、SSなど、9項目について基準が定められています。この基準は、水域ごとに、水の利用のされ方（水産や水道など）によって段階的にあてはめられており、例えば中禅寺湖は湖沼 COD1mg/l以下、全りんO. 005mg/l以下など、最も厳しい基準が適用されています。

化学的酸素要求量(COD)

湖などの汚れの指標です。水の中に含まれるよごれ（有機物）を、化学反応によって分解する際に必要な酸素の量で、この値が高いほど水はよごれていることになります（単位はmg/l）。

中禅寺湖のCODは1.5mg/l前後ですが、環境基準は最も厳しい1mg/l以下が適用されているため、基準を達成できていません。

生物化学的酸素要求量(BOD)

河川の汚れを示す代表的な指標です。水の中に含まれるよごれ（有機物）を、微生物が分解する際に必要な酸素の量で、この値が高いほど水がよごれていることになります。

湯川のBODは1mg/l前後であり、環境基準は（2mg/l以下）を達成しています。

水素イオン指数(pH)

酸性、アルカリ性といった水の性質を水素イオンの濃度の指数で表したもので、水が酸性だと数値が低く、アルカリ性だと数値が高くなります。湯ノ湖や湯川、中禅寺湖の環境基準は、pH6.5～8.5となっています。

浮遊物質量(SS)

水に溶けないで浮遊している物質の量を言い、SSが高いと水が濁って見えます。SSには粘土やプランクトンなどが含まれます

透明度

湖の水がどれくらい透きとおって見えるかを表す指標です。「透明度板」と呼ばれる直径30cmの白い円板を水面から降ろしていく、それが見える限界の深さ（m）をいいます。

透視度

水がどれくらい透きとおって見えるかを表す指標で、「透視度計」と呼ばれる縦長のガラス管の底に二重線の十字が描かれた円板を置き、その上に水を入れます。これを上からのぞきながら少しづつ水を抜いていくと、ある時点では円板に描かれた十字の二重線がはっきりと見えるようになります。このときの水の高さ（cm）を透視度と言います。

窒素

生物の体を作るのに不可欠な成分で、アミノ酸やたんぱく質などに含まれています。水中の植物やプランクトンは、水中の窒素やりんを体の中に取り込み生育しますが、枯れるとまた水中へと戻っていきます。

人間の生活に伴う排出源としては、家庭排水や工場排水、畜産、施肥などがあります。

りん

生体のエネルギー源となる物質です。窒素と同様に動物、植物にとって不可欠な成分で、動物の場合は骨などの中に多く含まれています。環境中には、窒素と同様に、家庭排水や工場排水などから流出します。

ケイ素

さざなき 岩石や砂礫を作っている代表的な成分で、川や湖の水の中にも溶けています。通常の水では1~30mg/lですが、火山地帯などの水には多く含まれており、日光湯元温泉の温泉水にも多く含まれています。

湯ノ湖でもよく見られるプランクトンの「ケイソウ類」は、ケイ素を取り込んで生育します。

プランクトン

湖や海などの水中で、自分で泳ぐ力を持たないか、又は泳ぐ力がとても小さいために、浮遊して生きている生物のことです。クラゲなどもこの仲間に含まれますが、多くは肉眼ではほとんど見えないほど小さいもので、光合成を行う「植物プランクトン」と、「動物プランクトン」とに大別されます。

例えば湯ノ湖の場合、植物プランクトンでは「ホシガタケイソウ」や「オビケイソウ」など、動物プランクトンでは「ゾウミジンコ」や「ハリナガミジンコ」などが多く見られます。

富栄養化

こうわん へいさ 富栄養化は湖や港湾等閉鎖した水域で起きる現象です。ここでは湖を例に、次ページの図にしたがって説明します。

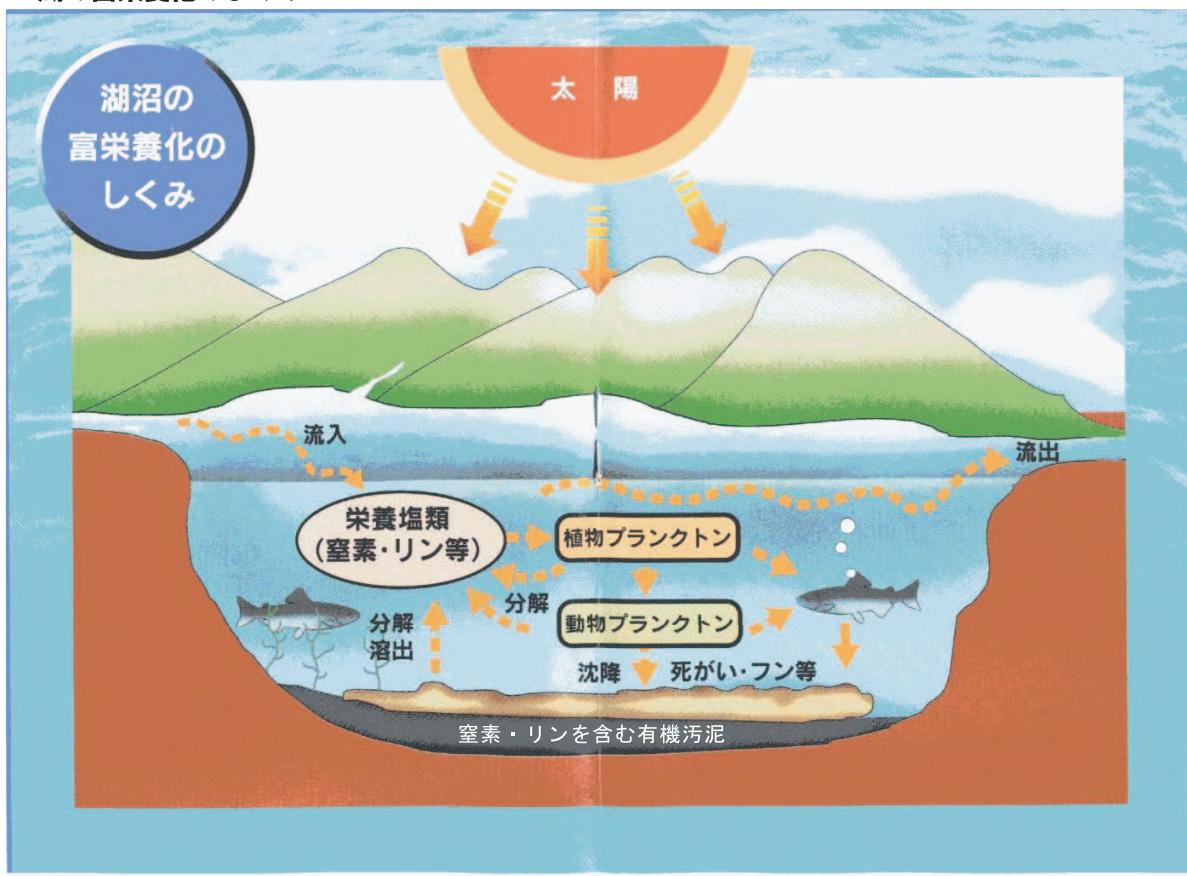
- ① 湖には常に周辺から土や砂が流入しており、このとき土や砂にまじって「窒素」や「りん」などが流れ込んできます。窒素やりんは、生物の栄養となることから「栄養塩類」と呼ばれています。
- ② 湖の中の植物プランクトンや水草は、栄養塩類と水、太陽の光によって育ちます。
- ③ 動物プランクトンは植物プランクトンを食べ、魚は動物プランクトンと植物プランクトンを食べることで栄養塩類を体の中に取り入れ、成長します。プランクトンが増殖すると、湖水中の有機物濃度(→「COD」の項目を参照)が増加します。
- ④ プランクトンと魚の粪や死骸は湖底に沈降し、底泥となります。
- ⑤ ④の泥が腐敗すると、栄養塩類や有機物が再度溶け出し、水質を悪くしていきます。

①~⑤の変化を繰り返すうちに、湖水中の有機物と栄養塩類の濃度が高くなっています。これを「富栄養化」と言い、自然界においては、長い年月をかけて湖の富栄養化が進みます。



しかし、人為的に栄養塩類が大量に流入すると、富栄養化が急速に進み、湖水が着色したり、臭いがするなど、水質が悪化する原因となります。

湖の富栄養化のしくみ



すいおんやくそう 水温躍層

ある程度の深さがある湖の場合、気温の高い季節には表面の水（表層水）の温度が気温に近くなり、深くなると水温が急に低くなる層ができ、これを水温躍層と呼びます。

水温躍層ができると、表層水と底の水（底層水）とは密度の違いのために混ざらなくなり、底層水に溶けている酸素は次第に減少していきます。底層の酸素量が減ると、湖底に堆積した泥の中から栄養塩類が湖水に溶け出し、富栄養化の一因となります。

気温が低くなると、表層水の温度が次第に低下し深層水の温度に近づき、対流して混ざるようになって低酸素状態は解消されます。

あかしお 赤潮

特定のプランクトンが大発生することによって、水の色が赤褐色などに変色することを言います。海で発生するものはよく知られていますが、湖や沼でも発生することがあり、この場合はとくに「淡水赤潮」などとよばれます。赤潮が発生すると、溶存酸素量が低下するなどして、魚介類に悪影響を与えることがあります。

排水基準

工場や事業場から排水を河川や湖などに流す際に守らなくてはいけない基準です。これは違反した場合、罰則の適用もあります。

下水処理

生活排水などの汚水を広域的に浄化するための処理です。一般的な下水処理場では、沈殿を行う「一次処理」、微生物などにより汚れを分解する「二次処理」の二段階で水を浄化し、放流します。その過程で汚泥が生じますが、これは濃縮、脱水した上で焼却するなどして処理されます。

三次処理(高度処理)

湖や港湾等閉鎖した水域において富栄養化を防ぐため、通常の処理方法よりも高い水準で窒素やりんを取り除く処理方法のことと言います。

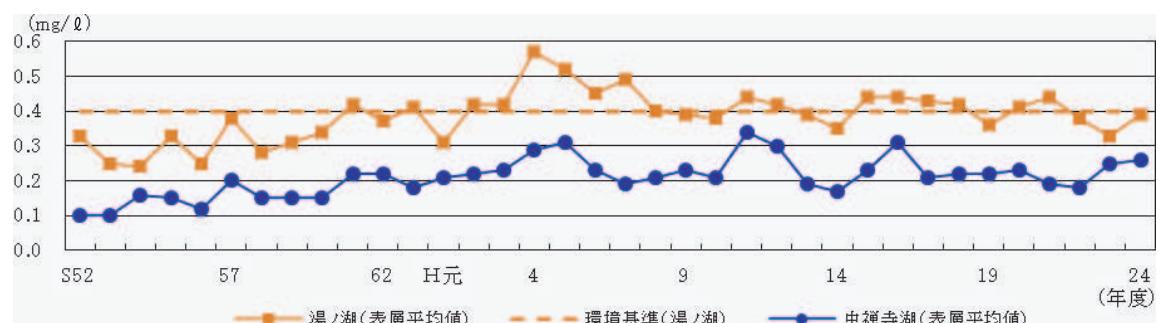
湯元地区の下水を処理する「湯元水処理センター」では、湯ノ湖の富栄養化を防ぐため、昭和62年からりんの除去を、平成22年から窒素の除去を行っています。

湯ノ湖・中禅寺湖の水質

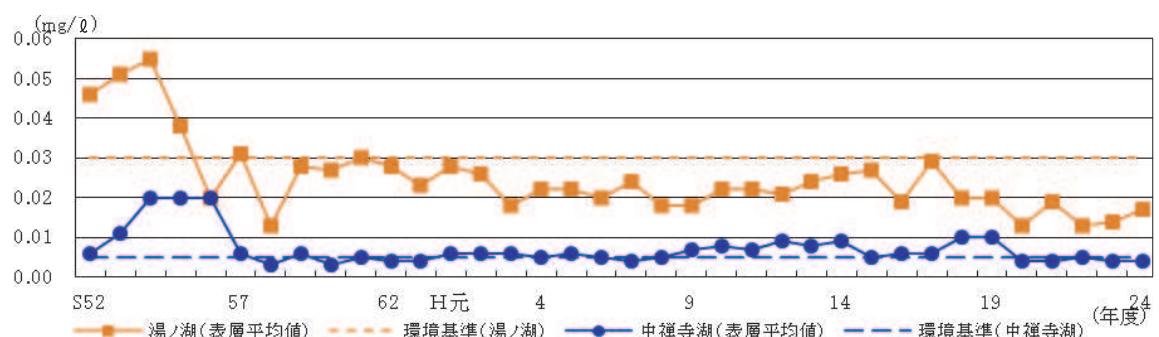
※COD、透明度については3ページをごらんください。



1 全窒素



2 全りん



奥日光水域の湖・池沼

①切込湖、刈込湖（きりこみこ、かりこみこ）

三岳の噴火による溶岩流で沢がせき止められて出来た湖で、2つの湖は6mほどの水路でつながっています。流入する河川はありますが、流出する河川が無いのが特徴です。

②光徳沼（こうとくぬま）

戦場ヶ原の北、逆川の上流にある、深さ1mの小さな沼です。

③泉門池（いずみやどいけ）

戦場ヶ原の西端に位置する湧水池で、「せんもんいけ」とも呼ばれます。

④赤沼（あかぬま）

今では湿原に変わっています。戦場ヶ原が湖であった名残です。

⑤五色沼（ごしきぬま）

日光火山群中の最高峰である白根山とその東側の前白根山との中間にある火口湖です。

見下ろした際の水面が複雑な色合いを見せるところから名前が付きました。

⑥西ノ湖（さいのこ）

中禅寺湖の西側に位置します。かつては中禅寺湖の一部でしたが、土砂の流入等で分断されてしまった残存湖です。



奥日光水域図（国土地理院在来版標準地図 20万分の1を使用）

日本のラムサール条約登録湿地

1	名蔵アンパル	沖縄県
2	慶良間諸島海域	沖縄県
3	漫湖	沖縄県
4	屋久島永田浜	鹿児島県
5	蘭牟田池	鹿児島県
6	くじゅう坊カツル・タデ原湿原	大分県
7	秋吉台地下水系	山口県
8	宍道湖	島根県
9	中海	鳥取・島根県
10	串本沿岸海域	和歌山県
11	琵琶湖	滋賀県
12	三方五湖	福井県
13	片野鴨池	石川県
14	藤前干潟	愛知県
15	谷津干潟	千葉県
16	尾瀬	群馬・福島・新潟県



17	奥日光の湿原	栃木県
18	佐潟	新潟県
19	蕪栗沼・周辺水田	宮城県
20	伊豆沼・内沼	宮城県
21	仏沼	青森県
22	宮島沼	北海道
23	雨竜沼湿原	北海道
24	サロベツ原野	北海道
25	クッチャロ湖	北海道
26	濤沸湖	北海道
27	ウトナイ湖	北海道
28	釧路湿原	北海道
29	厚岸湖・別寒刃牛湿原	北海道
30	霧多布湿原	北海道
31	阿寒湖	北海道
32	風蓮湖・春国岱	北海道
33	野付半島・野付湾	北海道
34	久米島の渓流・湿地	沖縄県
35	瓢湖	新潟県
36	大山上池・下池	山形県
37	化女沼	宮城県
38	大沼	北海道
39	渡良瀬遊水地	茨城・栃木・群馬・埼玉県
40	立山弥陀ヶ原・大日平	富山县
41	中池見湿地	福井県
42	東海丘陵湧水湿地群	愛知県
43	円山川下流域・周辺水田	兵庫県
44	宮島	広島県
45	荒尾干潟	熊本県
46	与那霸湾	沖縄県

ラムサール条約

ラムサール条約とは？

1971年、イランのラムサールで国際会議が開かれ、ラムサール条約が生まれました。この条約は正式には「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」といい、破壊されやすい湿地の保全を各国が進めることを目的とした条約です。この条約で「湿地」とは、湿原だけでなく湖、川、浅い海、田んぼなども含む広い意味にとらえられています。また、当初は主に水鳥の生息にとって重要な湿地が登録されましたが、現在では生物多様性の維持に重要なものなど、その対象が広がっています。

登録湿地になつたらどうなる？

登録された湿地は自国の制度によって保全や復元をしてゆかねばなりません。しかし、そこで経済活動や生活ができなくなるわけではなく、条約によって新たな規制がかかるわけでもありません。ただ、湿地固有の生態系を壊さない形で活動することが必要になってきます。また、この条約では「湿地の保全を促進し、適正に利用するための計画を作成し、実施する。」とされています。



奥日光の湿原全景



標高：湯ノ湖1475m、戦場ヶ原1400m、小田代原1410m／面積：260.41ha（湯ノ湖35.71ha、戦場ヶ原174.68ha、湯川5.3ha、小田代原44.72ha）／湿地のタイプ：高層湿原、中間湿原、淡水湖／保護の制度：国立公園特別保護地区及び特別地域／登録：2005年11月

奥日光の湿原紹介

湯ノ湖

yunoko

三ツ岳の噴火によってできた堰止湖。水深が浅いため本来富栄養化しやすい湖です。また、外来のコカナダモが増えて水質に影響を与えているといわれています。越冬のため多くの水鳥が飛来します。



春の湯ノ湖とトウゴクミツバツツジ



夏の戦場ヶ原

戦場ヶ原

senjogahara

男体山の噴火によって川がせき止められてできた湿原。湿原はミズゴケが厚く積もった高層湿原、水がたまつて栄養分に富んでいる低層湿原、その中間の中間湿原に分けられます。戦場ヶ原にはこれらすべての種類の湿原があります。登録区域は国道の西側のみです。



秋の小田代原



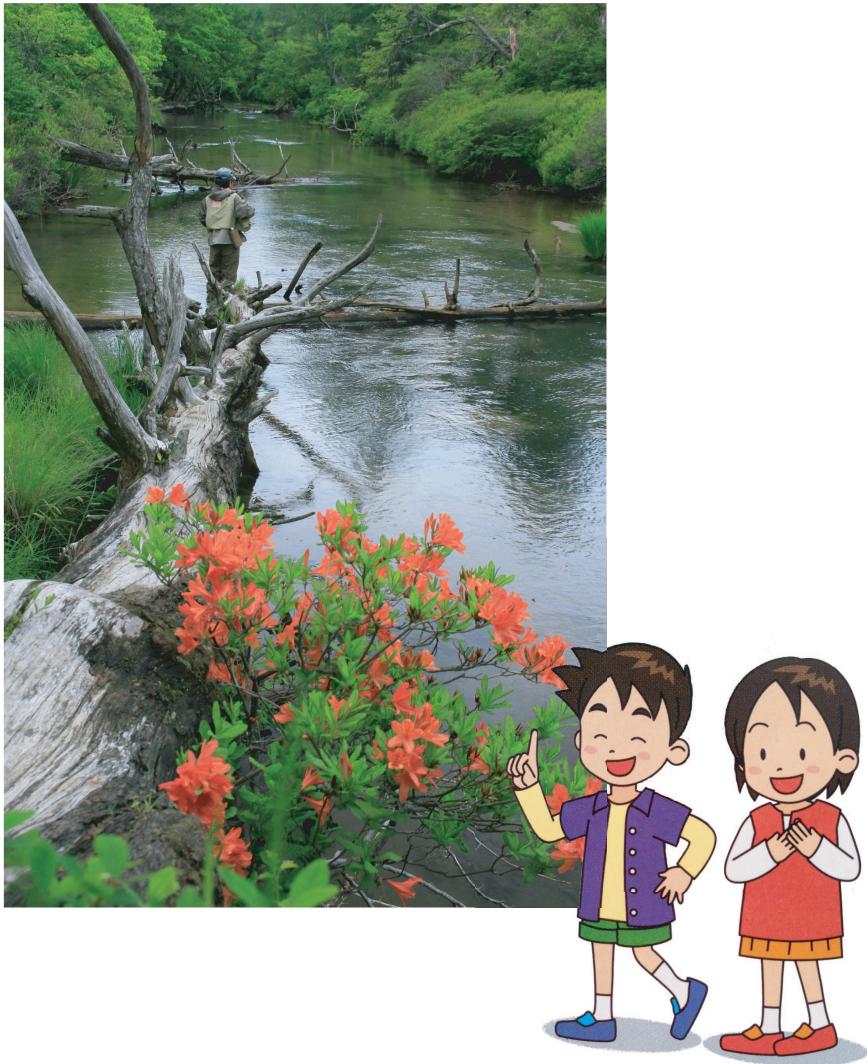
冬の湯川

湯川

yukawa

湯ノ湖の水が湯滝となって流れ落ち、中禅寺湖にいたる川。ゆったりと流れる独特の景観は本州ではめずらしく、戦場ヶ原からの水も湯川に注いでいます。登録区域は湯滝から戦場ヶ原横までの区間です。





湯／湖・中禅寺湖の水 Q & A 平成21年3月発行

平成26年3月改訂

発行 奥日光清流清湖保全協議会

<事務局> 日光市産業環境部環境課

[日光市今市本町1 TEL (0288) 21-5152 FAX (0288) 21-2089]

栃木県環境森林部環境保全課

[宇都宮市塙田1-1-20 TEL (028) 623-3189 FAX (028) 623-3138]

監修 栃木県保健環境センター