

日本の汽水湖

～ 汽水湖の水環境の現状と保全～

平成26年12月

環境省 水・大気環境局 水環境課

目 次

第1章 本資料の目的と対象汽水湖	1
1.1 目的	1
1.2 本資料で取り扱う日本の汽水湖	2
第2章 汽水湖の特徴	7
2.1 汽水湖の特徴	7
2.2 汽水湖の水理・水質特性	9
2.3 汽水湖の生物	48
2.4 汽水湖の利用	68
第3章 汽水湖の現状と課題	71
3.1 汽水湖水質の現状と課題	71
3.2 汽水湖の水産(漁獲量・養殖量)の変遷	118
3.3 人為的作用による汽水湖への影響	126
3.4 汽水湖の課題(まとめ)	146
第4章 汽水湖の保全対策に向けて	154
4.1 汽水湖の水環境保全に向けての基本的な考え方	156
4.2 汽水湖環境形成に関するインパクト・レスポンス	170
4.3 汽水湖の対策等を行う際に参考とするための指標	175
4.4 汽水湖の水質保全対策	191
4.5 汽水湖における調査	223
4.6 湖水流動・水質の数値シミュレーションについて	234
4.7 今後の汽水湖の保全対策の推進に向けて	240

付属資料

第 1 章 本資料の目的と対象汽水湖

1.1 目的

淡水と海水が混合する汽水湖においては、淡水湖と異なり潮汐の影響による流動があること、塩分成層による貧酸素水塊が発生しやすいこと、また生物の面からは、塩分に対応した生態系を形成するとともに生産性が高い等の特徴を有している。

日本の湖沼の水質は、環境基準の達成率が 50%程度と低い状況であり、汽水湖ではそれを下回る状況になっている（後述「3.1.1 汽水湖の環境基準達成状況」参照）。また汽水湖は、特有な水質形成過程を有している中、アオコ・青潮・異臭等の水質の課題、漁獲量の低下、生態系の変化、親水機会の減少等による人と湖との関わりの希薄化等の課題が見られており、その改善が急務になっている。また、汽水湖の水質形成過程については、未解明の部分が多く、有効な保全対策についても、技術が十分に構築されていない状況である。

本資料は、汽水湖水環境に関わる行政や NPO 等の関係機関等が汽水湖水環境の保全や対策などの取組を行うときの参考資料となることを目的とし、汽水湖の特徴を把握してもらうために、汽水湖の現状と課題を整理しつつ、汽水湖に関する知見及び水環境保全に向けての考え方をとりまとめたものである。

1.2 本資料で取り扱う日本の汽水湖

本資料で取り扱う日本の汽水湖については、日本の汽水湖に係る基礎的な情報を掲載する文献（表 1.2-1 の注釈に示した 1）～3）の文献）のほかに「自治体アンケート¹」を踏まえて 56 湖沼とした（表 1.2-1、図 1.2-1）。

1:本資料を作成するに当たり、環境省が平成 23 年度に地方自治体の水質担当者へ汽水湖に関するアンケート調査を実施し情報を収集した。本資料では「自治体アンケート」と称す。

選定に当たって、以下の整理を行った。

- ・文献で汽水湖に挙げられているが農業用水として利用されている八郎湖（秋田県）と河北潟（石川県）、海老ヶ池（徳島県）は汽水湖としない。
- ・湖山池（鳥取県）は、農業用水として利用されているが、平成 24 年 3 月に潮止め水門を全面開放し農業用水利用を取りやめたため汽水湖とした。
- ・三方湖（福井県）は、文献では淡水湖であるが、下流の汽水湖（水月湖、菅湖、日向湖、久々子湖）の最上流に位置し、これら汽水湖と一連していることから、リストに残した。
- ・汽水湖として整理した古川沼（岩手県）は、東日本大震災に伴い消滅したものの、「岩手県における被災状況と復興への取組（第 2 回東日本大震災復興構想会議発表資料（岩手県知事・達増拓也平成 23 年 4 月 23 日）」において、汽水湖としての古川沼復活が謳われていることからリストに残した。
- ・ゆかし潟（和歌山県）、亀ヶ池や阿弥陀池（愛媛県）は、地域の観光地、環境教育の場などになっており、「自治体アンケート」より汽水湖として認識されているという回答が得られたので、リストに追加した。
- ・阿蘇海や久美浜湾（京都府）、万石浦（宮城県）などは、「自治体アンケート」より、汽水湖ではなく海域と認識をされているという回答が得られたのでリストで挙げなかった。
- ・なお、表 1.2-1 のリストで列挙した汽水湖は、環境基準で指定されている類型水域とは異なるものである。例えばサロマ湖（北海道）や浜名湖（静岡県）などは、環境基準で海域としての類型指定が行われているが、表 1.2-1 のリストでは汽水湖として列挙した。

これら湖沼の分布をみると、半数近くが北海道に存在しており、次いで日本海側、東日本の太平洋側に見られている。関東以西の太平洋側では、浜名湖以外に大きな汽水湖が見あたらない。

また、それら 56 湖沼のうち、サロマ湖、能取湖、風蓮湖、加茂湖、浜名湖、中海、海鼠池、須口池、貝池、内海などで塩化物イオン²が 10,000mg/L 前後から海水に近い程度まで含まれている。一方、小川原湖、涸沼、北潟湖、水月湖、佐鳴湖、油ヶ淵、湖山池、宍道湖、鍬崎池などが塩化物イオン濃度で 3,000 ~ 5,000mg/L を概ね下回る状況が見られる。ただし、最近、湖山池ではアオコやヒシを抑制するために塩分増加を図る対策が講じられている。

2:本資料で扱う塩分の単位について

塩分は水中に溶存している無機電解質(塩類)の重量比(試水 1kg に含まれる固形物質のグラム数(g/kg))であり、単位を千分比‰(1g/kg = 1‰)で表現する。海水の塩分は約 35‰ (= 3.5%) である。

ただし塩分の度合いを塩化物イオン(又は塩素イオンとも言う)濃度[Cl⁻濃度]で表現する場合があります、このとき mg/L(又は ppm)の単位で表現する。塩分と塩化物イオン濃度の換算式は次の通りである。

$$\text{塩分 S(‰)} = 1.80655 \times \text{塩化物イオン Cl}^{-}(\text{mg/L}) \times 10^{-3} \quad (\text{気象庁(1999)「海洋観測指針」より})$$

また塩分については電気伝導度の測定から求め、実用塩分(電気伝導度に基づく塩分であり、単位は PSU)で表現することもある。これについて「塩化カリウム(KCl)32.4356g を含む 15 の水溶液 1kg の電気伝導度を塩分 35PSU」と定義されている(UNESCO REPORT #37(1981))。単位については 1PSU = 1‰と換算する。ただし実用塩分については PSU の単位をつけずに無次元化で表現するケースもあり、文献等で表現が混在している。

なお上記の換算式は、標準海水(塩素量が分かっている、塩分測定の標準として用いられる海水をいう)におけるものであることから、塩分等の水質状況が個々で異なる汽水湖では、測定に際して注意が必要である。

表1.2-1 日本の汽水湖リスト

No.	地方	都道府県	湖沼名	湖沼成因区分	湖面積 m ²	最大水深 m	平均水深 m	塩化物イオンCl ⁻ mg/L	CODmg/L				環境基準 類型 水域	湖沼栄養型 区分		
									国環研HPの環境QISより		アンケート 結果 より※0					
									H6	H21						
1	北海道	北海道	サルコツ沼	海跡湖	0.22	-	0.30	912	-	-	-	-	腐植栄養			
2	北海道	北海道	ボロ沼	海跡湖	1.95	2.70	1.50	13,443 ※0	-	-	6.6	-	腐植栄養			
3	北海道	北海道	クツチャロ湖	海跡湖	14.20	2.50	1.00	3,362 ※0	-	-	11.8	-	富栄養			
4	北海道	北海道	コムケ湖	海跡湖	5.81	3.80	1.20	13,210 ※1	-	-	-	-	富栄養			
5	北海道	北海道	シブノツナイ湖	海跡湖	2.76	3.00	1.00 ※1	2,281 ※1	-	-	-	-	富栄養			
6	北海道	北海道	サロマ湖	海跡湖	150.29	20.00	8.70	18,066 ※0	2.4	2.1	0.9	1.9	富栄養			
7	北海道	北海道	能取湖	海跡湖	58.51	21.20	8.60	18,300 ※1	2.5	1.5	0.6	2.0	富栄養			
8	北海道	北海道	藻琴湖	海跡湖	1.12	5.80	1.80	7,072 ※1	-	-	-	-	腐植栄養			
9	北海道	北海道	網走湖	海跡湖	32.87	16.80	6.10	1,234(上層) ※0 6,537 (上下層平均)	7.6	7.3	1.0	6.3	富栄養			
10	北海道	北海道	トウフツ湖	海跡湖	9.01	2.50	1.10	6,098 ※0	-	-	-	9.9	富栄養			
11	北海道	北海道	トーサムボロ沼	海跡湖	0.25	2.00	1.00	15,150 ※1	-	-	-	-	貧栄養			
12	北海道	北海道	風蓮湖	海跡湖	56.38 ※1	11.00	1.00	12,299 ※0	4.1	7.8	1.9	5.5	貧栄養			
13	北海道	北海道	温根沼	海跡湖	5.68	6.70	1.20	15,567 ※1	-	-	-	-	貧栄養			
14	北海道	北海道	火散布沼	海跡湖	3.56	2.00 ※1	1.00 ※1	17,867 ※1	-	-	-	-	腐植栄養			
15	北海道	北海道	厚岸湖	海跡湖	31.80	7.00 ※1	1.50 ※1	12,933 ※0	4.6	5.6	1.2	3.9	中栄養			
16	北海道	北海道	藻散布沼	海跡湖	0.62	3.00	1.00	17,933 ※1	-	-	-	-	腐植栄養			
17	北海道	北海道	春採湖	海跡湖	0.37	9.00	2.80 ※1	4,575 ※0	9.0	6.8	0.8	7.7	富栄養			
18	北海道	北海道	馬主来沼	海跡湖	0.28	4.00 ※1	1.00 ※1	2,164 ※0	-	-	-	11.5	腐植栄養			
19	北海道	北海道	長節沼	海跡湖	1.03	2.00	1.50	450 ※1	-	-	-	-	富栄養			
20	北海道	北海道	淳洞沼	海跡湖	3.49	3.50	1.30	2,952 ※1	-	-	-	-	腐植栄養			
21	北海道	北海道	生花苗沼	海跡湖	1.75	3.60 ※1	1.50 ※1	931 ※1	-	-	-	-	腐植栄養			
22	北海道	北海道	ホロカヤント沼	海跡湖	0.60 ※1	4.70 ※1	3.00 ※1	980 ※1	-	-	-	9.9	腐植栄養			
23	北海道	北海道	パンケ沼(天塩)	海跡湖	3.48	3.60	1.00	3,365 ※0	-	-	-	-	腐植栄養			
24	東北	青森県	十三湖	海跡湖	18.07	3.00	-	3,211 ※0	2.8	2.0	0.7	-	中栄養			
25	東北	青森県	尾駮沼	海跡湖	3.53	4.70	2.10	11,000 ※0	4.1	3.3	0.8	-	中栄養			
26	東北	青森県	小川原湖	海跡湖	62.69	25.00 ※0	10.50	2,542 ※0	3.4	5.4	1.6	5.2	中栄養			
27	東北	岩手県	古川沼	-	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-			
28	関東	茨城県	沼沼	海跡湖	9.35	6.50 ※2	2.10	3,224 ※0	7.5	6.2	0.8	-	富栄養			
29	中部	新潟県	加茂湖	海跡湖	4.94	9.00	5.20	17,100	3.2	3.3	1.0	-	富栄養			
30	中部	福井県	北潟湖	海跡湖	2.14	3.60	2.10	522 ※0	5.4	6.8	1.3	5.6	富栄養			
31	中部	福井県	久々子湖	その他	1.40	2.50	1.80	5,069 ※0	3.8	4.5	1.2	4.2	富栄養			
32	中部	福井県	日向湖	海跡湖	0.92	38.50	14.30	16,575 ※0	1.9	2.3	1.2	1.8	貧栄養			
33	中部	福井県	萱湖	その他	0.91	13.00	-	1,870 ※0	3.8	4.5	1.2	4.0	富栄養			
34	中部	福井県	水月湖	その他	4.16	34.00	-	2,069 ※0	3.8	4.5	1.2	3.8	富栄養			
35	中部	福井県	三方湖	その他	3.56	5.80	1.30	441 ※0	5.0	5.3	1.1	5.4	富栄養			
36	中部	静岡県	猪鼻湖	海跡湖	5.40	6.10 ※0	4.60	15,018 ※0	2.5	2.4	1.0	2.3	中栄養			
37	中部	静岡県	浜名湖	海跡湖	65.00	13.10 ※0	4.80	16,279 ※0	1.5	1.7	1.1	1.9	中栄養			
38	中部	静岡県	佐鳴湖	海跡湖	1.18	2.50 ※0	2.00 ※0	1,962 ※0	13.5	7.8	0.6	8.4	富栄養			
39	中部	愛知県	油ヶ淵	不明	0.64	5.00 ※0	3.10	165 ※0	10.0	5.9	0.6	6.6	富栄養			
40	近畿	三重県	白石湖	海跡湖	0.50	9.80	-	9,795	-	-	-	-	富栄養			
41	近畿	和歌山県	ゆかし湯	-	0.01 ※3	-	-	-	-	-	-	-	-			
42	中国	鳥取県	湖山地	海跡湖	6.81 ※0	6.50 ※0	2.80	150~200 ※4 H18: 408 ※5 H23: 5,042 ※5	7.9	5.2	0.7	5.8	富栄養			
43	中国	鳥取県	東郷池	海跡湖	4.06	3.60 ※0	1.80 ※0	2,045 ※0	4.2	5.1	1.2	5.2	富栄養			
44	中国	鳥取県	中海	海跡湖	92.10 ※0	8.40	5.40	12,383 ※0	4.6	4.0	0.9	4.9	富栄養			
45	中国	島根県	宍道湖	海跡湖	81.80 ※0	6.40	4.50	2,581 ※0	4.9	4.9	1.0	5.4	富栄養			
46	中国	島根県	神西湖	堰止湖	1.35 ※0	1.75 ※6	1.14 ※0	7,473 ※7	7.3	5.4	0.7	6.3	富栄養			
47	四国	愛媛県	亀ヶ池	-	0.10 ※8	-	-	-	-	-	-	-	-			
48	四国	愛媛県	阿弥陀池	-	0.05 ※9	-	-	-	-	-	-	-	-			
49	九州	長崎県	大池(川原大池)	海跡湖	0.13	9.00	5.40	127	-	-	-	-	富栄養			
50	九州	鹿児島県	海屋湖	海跡湖	0.50	26.40	9.30	14,600	-	-	-	-	中栄養			
51	九州	鹿児島県	須口池	海跡湖	0.10	1.00	0.60	15,900	-	-	-	-	富栄養			
52	九州	鹿児島県	貝池	海跡湖	0.15	11.60	5.00	16,000	-	-	-	-	富栄養			
53	九州	鹿児島県	鎌崎池	海跡湖	0.18	5.90	3.30	1,805	-	-	-	-	富栄養			
54	九州	鹿児島県	鑑池	火山湖	0.03	13.50	9.30	3,303	-	-	-	-	富栄養			
55	九州	鹿児島県	内海	海跡湖	0.60	8.00	7.00	18,300	-	-	-	-	富栄養			
56	沖縄	沖縄県	大池	その他	0.31	1.30	0.70	1,165	-	-	-	-	富栄養			

<本リストについて>

本リストで列挙した汽水湖は、下記文献を参考とするとともに、自治体へのアンケート調査結果(2011, 環境省)を踏まえながら選定したものである。
 1) 環境庁自然保護局編(1993)「日本の湖沼環境Ⅱ-第4回自然環境保全基礎調査・湖沼調査報告書(全国版)」自然環境研究センター
 2) 北海道環境科学センター(2005)「北海道の湖沼-改訂版-」
 3) 財団法人国際エメックスセンター(2001)「日本の閉鎖性海域(88海域)環境ガイドブック」

<湖沼成因区分・湖沼栄養塩型区分について>

環境庁自然保護局編(1993)「日本の湖沼環境Ⅱ-第4回自然環境保全基礎調査・湖沼調査報告書(全国版)」に記載されているものを整理した。「-」印はその文献に記載無しを示す。
 ※0: 自治体へのアンケート調査結果(2011, 環境省)
 ※1: 北海道環境科学センターホームページ(2005)「北海道の湖沼-改訂版-」
 ※2: 茨城県霞ヶ浦環境科学センターホームページ(2005)「北海道の湖沼-改訂版-」
 ※3: 「わかやま海域環境研究機構ホームページ(http://www.warm-wakayama.org/book/pdf2005/11_21.PDF)」
 ※4: 鳥取県(1991)「湖山地水質管理計画」
 ※5: 鳥取県調査結果(中央部における平成18年度及び23年度の各平均値)
 ※6: 「神西湖の自然-小さな汽水湖・大きな恵み- (神西湖の自然編集委員会編)」を参考にした。
 ※7: 鳥取県京子・中村幹雄・後藤悦郎・三浦常廣(2000)「十間川広域基幹河川改修事業- ヤマトシジミ生息実態調査(抄録)-」
 ※8: 島根県内水面水産試験場事業報告 平成12年度
 ※9: 「伊方町ホームページ(http://www.town.ikata.ehime.jp/kankou/kankou_misaki.htm)」
 また「-」印は不明を示す。

<湖面積・最大水深・平均水深・塩化物イオン(Cl⁻)について>

環境庁自然保護局編(1993)「日本の湖沼環境Ⅱ-第4回自然環境保全基礎調査・湖沼調査報告書(全国版)」に記載されている値(塩化物イオンは平均値)を原則的に用いた。
 ただし、※印の値は下記文献等より整理した。
 ※0: 自治体へのアンケート調査結果(2011, 環境省)
 ※1: 北海道環境科学センターホームページ(2005)「北海道の湖沼-改訂版-」
 ※2: 茨城県霞ヶ浦環境科学センターホームページ(2005)「北海道の湖沼-改訂版-」
 ※3: 「わかやま海域環境研究機構ホームページ(http://www.warm-wakayama.org/book/pdf2005/11_21.PDF)」
 ※4: 鳥取県(1991)「湖山地水質管理計画」
 ※5: 鳥取県調査結果(中央部における平成18年度及び23年度の各平均値)
 ※6: 「神西湖の自然-小さな汽水湖・大きな恵み- (神西湖の自然編集委員会編)」を参考にした。
 ※7: 鳥取県京子・中村幹雄・後藤悦郎・三浦常廣(2000)「十間川広域基幹河川改修事業- ヤマトシジミ生息実態調査(抄録)-」
 ※8: 島根県内水面水産試験場事業報告 平成12年度
 ※9: 「伊方町ホームページ(http://www.town.ikata.ehime.jp/kankou/kankou_misaki.htm)」
 また「-」印は不明を示す。

<CODについて>

公共用水域水質調査結果を示す。国立環境研究所ホームページの環境GISデータより整理。
 また「-」印は不明を示す。

<CODについて>

公共用水域水質調査結果を示す。国立環境研究所ホームページの環境GISデータより整理。
 また「-」印は不明を示す。

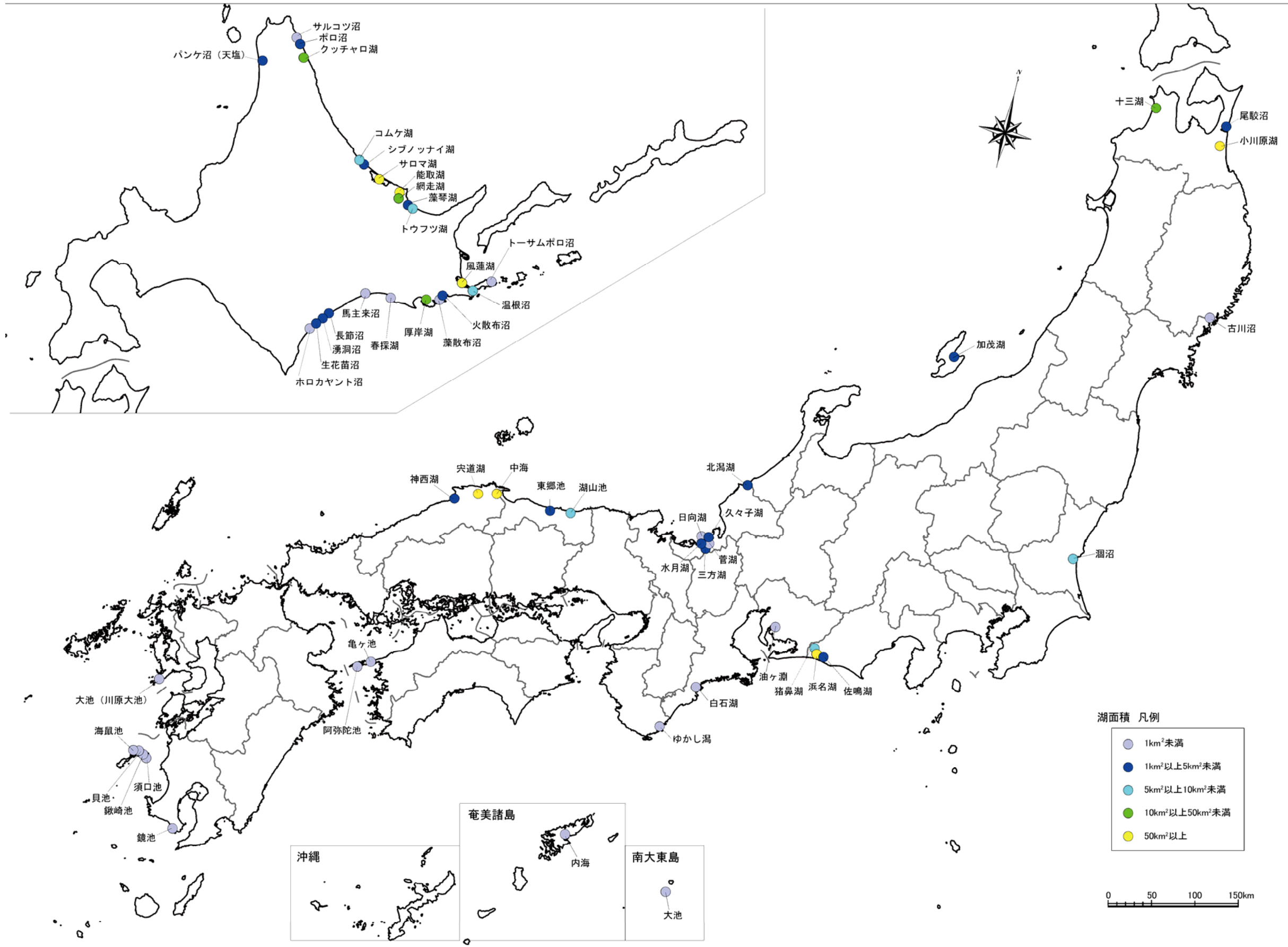


図 1.2-1 日本の汽水湖位置図と湖面積分布

<コラム 1> 汽水湖の成因区分と栄養型区分

環境庁自然保護局(1993)¹では、湖沼の成因区分と栄養型区分をとりまとめており、表 2.1-1 に示した汽水湖は表 C1-1 に示すとおりの構成になっている。

汽水湖の成因区分はほとんどが海跡湖であった。これは汽水湖が海域に近接した位置に存在し、湖沼形成にあたっては沿岸流が湾や入江の入口に砂州を造って湾口を閉ざすような海象作用が関わっていることによるものと考えられる。

このようなことから、汽水湖は流域からの栄養塩類や有機物等が集積しやすいため、栄養型では富栄養湖型である湖沼が 6 割近くと多い。

一方、低地湿原地域が関わる腐植栄養湖のものも約 2 割と多い。これは汽水湖が北海道地方に多く見られること、また北海道地方の汽水湖が泥炭を有する流域を抱えていることなどによるものと考えられる。

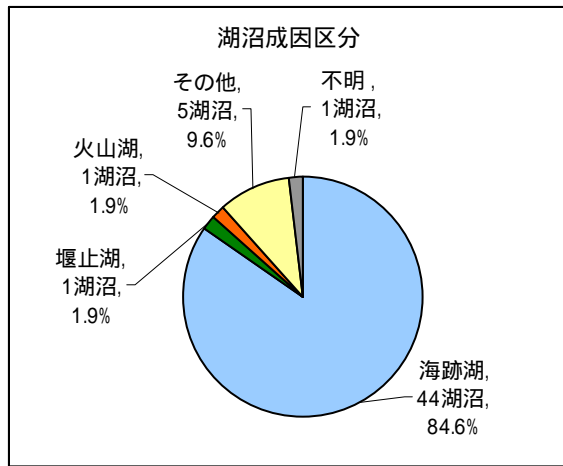


表 C1-1(1) 汽水湖の成因区分¹

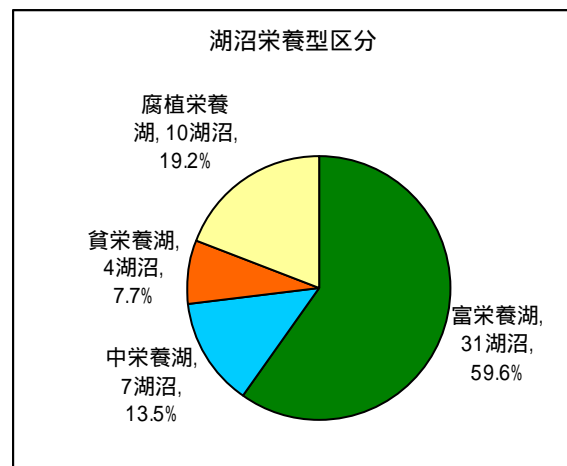


表 C1-1(2) 汽水湖の栄養型区分¹

< 湖沼成因区分 >

- 火山湖：火口・火口原に水をたたえた湖沼（カルデラ湖を除く）
- 堰止湖：河谷・凹地が種々の要因で塞ぎ止められて生じた湖沼（海跡湖を除く）
- 海跡湖：海湾の一部に砂嘴や砂州が発達し、外海から分離されてできた潟湖

< 湖沼栄養型区分 >

- 富栄養湖：栄養塩が多く生物生産が活発な湖沼
- 中栄養湖：富栄養湖と貧栄養湖の中間な湖沼
- 貧栄養湖：栄養塩が乏しく生物生産の低い湖沼
- 腐植栄養湖：湖水に腐植物質を含み黄褐色かつ弱酸性の湖沼

1：表 2.1-1 に示した汽水湖を対象とし、環境庁自然保護局(1993)「日本の湖沼環境 - 第 4 回自然環境保全基礎調査・湖沼調査報告書(全国版) - 」自然環境研究センターによる区分で整理した。ただし本文献に記載されていない汽水湖は含めていない。このため、上図の対象汽水湖は 52 湖沼である。