

海跡湖をめぐって

海跡湖

徳岡隆夫 = 島根大学汽水域研究センター長
(理学部教授)

湖底堆積物に記録された環境変化

高安克己 = 島根大学汽水域研究センター教授

池谷仙之 = 静岡大学理学部教授

汽水湖の生物と漁業

中村幹雄 = 島根県水産試験場三刀屋内水面分
場長

海跡湖の利用・保全と今後の課題

徳岡隆夫 = 島根大学汽水域研究センター長
(理学部教授)

海跡湖

海跡湖・汽水湖・汽水域

編集 今回は海跡湖の特集ですが、同じ湖でも、海跡湖という場合もあれば汽水湖という場合もあるようなので、まず最初にその辺のことから話し頂きたいと思います。

徳岡 私は、本日の座談会のイントロダクションとして、海跡湖のごく一般的な事柄をお話します。まず汽水湖と海跡湖ですが、汽水湖というのは、文字通り、淡水と海水が入り混じっている湖で、水域の性状に基づいて使われます。それに対して海跡湖は、湖の成因に基づく用語です。これも文字通りの意味で、最終氷期が終わった1万年前以降に、海面の上昇に伴って陸地に進入した海が、その後、湖になったものです。

おおまかにいうと日本では、縄文海進によって海(湾)となったところでは、その後、湾口部に砂州や砂嘴などができ、湾口が次第に閉ざされて潟や汽水湖となります。その後、湾口部や湖域の埋積がさらに進み、海水の侵入がなくなれば、海跡湖は淡水湖に変わっていきます。湖域の埋積がさらに進んでくると、湖はやがては湿原となり、最後は湖域の全域が埋めつくされてしまい、海跡湖としての一生を終えます。ですから汽水湖というのは、海跡湖がその一生のなかで経過するある1つの段階であるわけです。

なお“汽水湖”という用語は比較的新しく、中海・宍道湖の干拓・淡水化の問題が世間に広まってから、一般でも良く使われるようになりました。ちなみに中国で“汽水”といえばサイダーのことで、塩分を多く含んだ水は鹹水といわれます。それで日本でも、以前は低鹹水といわれたり、あるいは淡水・海水に対して汽水という用語が使われていたのですが、今ではこれらは余り使われません。

淡水・汽水・海水は、塩分濃度または塩素濃度の違いによって、図1・1のように区分されます。このように、ある範囲の塩分濃度で淡水と海水の入り混じるのが汽水ですから、汽

水域というのは汽水湖だけとは限りません。河川が海と接するところでは必ず汽水域ができており、どの大陸でも、大きな河川のあるところには大きな汽水域があり、外国で汽水域といえば、河口域をさすのが普通です。淡水の密度は海水よりも小さいので、陸から海へと流れ出す淡水は容易には海水とは混じり合わず、汽水域では、淡水は海水の上にはりだします。一方、海から陸地へ侵入する海水は、同様に淡水の下にもぐり込んでいきます。こうして汽水域では密度成層が形成され、それが豊かな生態系をつくりだすものにもなっているわけです。

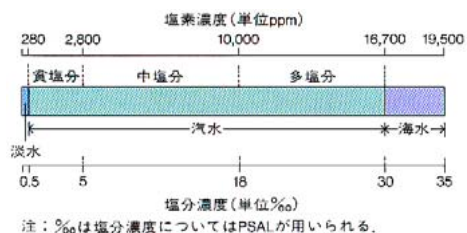
海跡湖の分布とその性格

表1・1は、日本の主要な海跡湖の一覧です。この表で、各湖の最上段のアカ色の数値は、田中阿歌麿が明治44年(1911)に著した「湖沼の研究」に記載されている海跡湖のデータです。日本の湖沼の研究は田中阿歌麿から始まっていて、海跡湖の用語もこのときに始めて使われます。「湖沼の研究」には、今は消滅した海跡湖を含めて約80年前の日本の海跡湖の大略の姿が記されていますから、それで最上段に示しました。

そして、その後の変化の大略が推察できるように、この表では、これらの湖についてのその後のデータを付け加えました。すなわち、次段のアオ色の数値は、吉村信吉先生が1937年に著した「湖沼学」に載せられたもの、その次のグレーの色は、堀江正治先生が1956年に「陸水学雑誌」に発表した数値です。最下段のクロ色の数値は、1989年に環境庁から出版された「日本の湖沼環境」に示されているデータです。なお「湖沼の研究」に記載がなくても、「日本の湖沼環境」で面積が約4 km²以上の海跡湖については、その分のみ付け加えました。

これらの表やその付図からだけでも、海跡湖というのは、海岸部の沖積平野にあって海面との高度差が殆どなく、水深も非常に浅い特殊な性格の湖であること、こうした性格のため海跡湖は、人によって改変しやすく、ま

図1・1 - 淡水・汽水・海水の区分



た改変の度合いも大きいことがよく分かります。この点は、またあとで触れます。

湖沼研究の歩みと汽水湖

湖沼や河川などの陸域の水を扱う学問は、海洋学に対して陸水学と呼ばれ、湖沼学は陸水学の一部門に入ります。田中阿歌麿の後、日本の湖沼の研究は、陸水学の一部門としてめざましい発達をとげますが、それらは主として3つの分野の研究機関が中心になって進められたといわれています。

1つは、大正3年(1914)に京都大学が琵琶湖畔に設立した大津臨湖実験所(創立の建言は石川日出鶴丸と川村多實二)です。ここを拠点として、京都大学の生物学者が中心となって、淡水生物の分類と内陸の淡水湖の生態学的研究がぐんぐん進められます。

また東京文理科大学では、地理学教室の吉村信吉先生が日本各地の湖を調査・研究し、昭和12年(1937)に「湖沼学」を著します。この本は、水質・水理・底質・生物・湖底地形など、各専門分野ごとに分かれていた研究を体系化したもので、日本の陸水学の古典的教科書とされています。

もう1つは、名古屋大学理学部分析化学教室の菅原健先生が中心となって1920年代から開始された陸水の地球化学的研究で、湖沼の物質代謝についてのすぐれた研究成果が次々に発表されます。

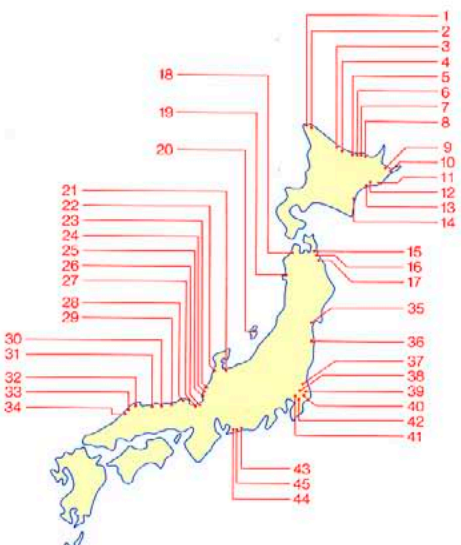
こうした素晴らしい研究が相次いで、日本の湖沼学(陸水学)は非常に豊かな内容のものになっていくわけですが、ただ研究の中心になっているのは内陸の淡水湖なのです。ですから一般的な陸水学の書物には、汽水湖のことが殆ど記載されていないのです。大津臨湖実験所の所長であった上野益三先生が1977年に著した「陸水学史」は、湖沼学から近代陸水学への発達史を克明に記述された名著で、私自身たいへんに勉強になったのですが、ここでは汽水湖については殆ど記述されておりません。それで私は、これらの本に接したときには、陸水学と海洋学の境目にある「汽水」は、淡水を扱う陸水学の中では考慮されない

表1・1 - 日本の主要な海跡湖一覧

番号	都道府県名	名称	湖沼型	標高 m	水深(m)			面積 km ²
					最浅	最大	平均	
1	北海道	大沼	属	1	2.2	1.6		4.86
2	〃	クッチャロ湖	富	0	2.5	1.0		14.02
3	〃	コムケ沼	中	0.4	1.93	2.5		7.77
			富	2.5	2.5	3.8	1.2	4.20
								5.03
								5.81
4	〃	ジブツナイ湖	富	3	5.87	6.0		3.41
				2.5	19.5	3.0		2.98
					18.29			2.76
5	〃	サロマ湖	中	0	19.5			151.18
			富	0	19.5			149.2
				0	20.0		8.7	150.29
6	〃	能取湖	中	0	21.95			59.34
			富	0	22.0			58.49
				1	21.2			58.0
					21.2	0.6	0.6	58.51
7	〃	網走湖	富	0.6	16.46			34.25
			富	5	17.6			34.04
				0	16.0			32.8
				0	16.8		6.1	32.87
8	〃	トウフツ湖	富	1	2.5	1.1		9.01
9	〃	風蓮湖	中	0	10.97			53.43
			富	0	11.0			52.13
				1	11.0			52.0
					11.0			56.38
10	〃	温根沼	富	0	4.57			4.99
			富	0	6.7			5.06
				1	7.0			4.93
					6.7		1.2	5.51
11	〃	厚岸湖	中	0	6.87			34.15
			中	0	6.9			31.99
				0	6.9			31.7
				0				31.80
12	〃	塘路湖*	富	8	4.00			5.90
			富	8	7.0			6.32
			富	8	7.0			6.53
				8	7.0		3.1	6.37
13	〃	春採湖*	富	1.8	10.90			0.38
			富	5	8.5			0.37
				5	9.0		3.4	
14	〃	湧洞沼	富	5	3.5	1.3		3.49
15	青森	尾駸湖	中	5	4.95			3.93
			中	3	6.0			3.68
				3	4.7		2.1	3.71
16	〃	鷹巣沼	富	1	7.0	2.7		5.83
17	〃	小川原湖	富	1.5	45.50			107.96
			中	1	25			62.26
				0	25.0			64.8
				0	24.0		10.5	62.69
18	〃	十三湖	中-属	0	2.30			48.43
			中	0	7.0			20.80
				0	3.0			20.8
				0	3.0			18.07
19	秋田	八郎潟*	富	0	4.60			286.36
			富	0	4.7			223.29
			富	0	4.7			220.4
				0	12.0			27.64
20	新潟	加茂湖	富	0	8.2			4.86
			富	0	9.0			4.83
			富	0	9.0		5.2	4.95
21	富山	放生津潟			2.7			4.71
22	石川	河北潟	富	6.5	2.7			23.10
			富	0.8	2.1			26.0
				0	2.0		2.0	8.17
23	〃	今江潟		0.8	2.8			3.20
					1.9			2.38
24	〃	柴山潟*	富	1	4.6			5.40
			富	1	2.8			5.13
			富	2	4.9		2.2	5.0
								1.71
25	福井	北潟湖	富	5	2.7			2.60
			富	0	3.0			2.0
				0	3.6		2.1	2.14

(アカ色) = 田中阿歌麿「湖沼の研究」1911年
(アオ色) = 吉村信吉「湖沼学」1937年
(グレー) = 堀江正治「陸水学雑誌」1956年
(クロ色) = 環境庁「日本の湖沼環境」1989年
* = 淡水湖
富 = 富栄養湖 中 = 中栄養湖 貧 = 貧栄養湖 属 = 属植栄養湖

番号	都道府県名	名称	湖沼型	標高 m	水深(m)			面積 km ²
					最浅	最大	平均	
26	福井	久々子湖	富	1 ?	2.5			1.40
				0	2.5			1.38
				0	2.5		1.8	1.40
27	〃	日向湖	貧	1 ?	43.0			1.10
				0	38.0			0.9
				0	38.5		14.3	0.92
28	京都	阿蘇海	中	0	14.0		8.4	5.01
29	〃	久美浜湾	中	0	20.0			7.26
30	鳥取	湖山池	富	2	5.0			6.69
			富	1	8.9			7.25
			富	2	8.9			6.93
				0	7.0		2.8	6.68
31	〃	東郷池	富	4	1.8			6.27
			富	0	7.5			4.1
				0	4.6		2.1	4.06
32	島根	中海	富	0	7.8			106.60
				0	9.0			104.0
				0	8.4		5.4	88.69
33	〃	宍道湖	富	2.5	6.9			84.00
			富	0.7	6.4			83.13
				0	6.4			80.0
				0	6.4		4.5	80.30
34	〃	神西湖	富	3	2.2			1.35
			富	0				1.35
35	宮城	万石浦	富	0				3.72
36	福島	松川浦	富	0	5.5			6.33
37	茨城	漣沼	富	1.5	3.00			1.63
			富	0.6	3.6			12.20
			富	3	3.5			12.0
				0	6.5		2.1	9.35
38	〃	霞ヶ浦*	富	2.0	7.50			187.70
			富	1	7.6			189.17
			富	0	7.0			178.0
				0	7.0		3.4	168.18
39	〃	北浦*	富	0.5	3.5			52.75
			富	1	10.0			39.85
			富	0	10.0			78.8
				0	10.0		4.5	34.39
40	〃	外浪逆浦	富	1.0	9.0			6.60
			富	1	8.9			6.13
			富	0	8.9			6.01
41	千葉	手賀沼*	富	3	2.9		0.9	6.50
42	〃	印旛沼*	富	1	1.8		1.7	11.6
43	静岡	佐鳴湖	富	5	3.90			1.07
			富	3	3.9			1.23
				0	3.3		1.5	1.21
44	〃	猪鼻湖	中	0	12.12			5.36
			中	0	12.1			5.43
				0	7.0		4.6	5.48
45	〃	浜名湖	富	0	13.00			66.92
			富	0	15.8			72.04
			中	0	15.8			73.5
				0	16.6		4.8	66.05



のだろう、という感想さえもったわけです。ところがいろいろと調べていきますと、汽水湖についての研究は、決して豊富とはいえないにせよ、昭和初期から多くの先生方によって行われているのです。だいたい上野益三先生ご自身が、1930年代の後半から40年代の前半にかけて、北海道や日本海側の潟湖の生物についての貴重な研究を残されています。吉村先生も、日本海側の潟湖や浜名湖などについて、硫化水素を含む底層水の理化学的性状について調査・研究されています。このほか日本海側の潟湖の生物については、宮地伝三郎先生を始めいろいろな先生方が調査・研究されていますし、金沢大学(当時)の益子帰来也先生は、1954年に動物性プランクトンと塩分濃度の関係を明らかにされています。さらに名古屋大学(当時)の菅原・小山両先生は、1950年代に汽水湖・淡水湖の底泥における硫化物と磷酸塩の挙動を研究され、海(潟)成粘土と淡水成粘土の生成の違いを明らかにされています。また三方五湖の水月湖は、いろいろな研究者によって取り上げられていますが、1973年には、西條八束先生などが湖水の酸化還元境界層での生産の問題を明らかにし、また湖底堆積物の化学組成の調査・研究から湖の歴史の一端を明らかにするなど、非常にすぐれた研究をされています。このような研究があるわけですが、しかしこれらの論文は、いずれも陸水学の研究史のなかには登場してこないのです。こうした事情ですから、まして「汽水湖」や「汽水生物」についてのまとまった研究は、一冊も出版されていなかったわけです。ところが1970年代に入って、湖沼の汚濁が社会的に大きな問題になってきますと、いつの間にか汽水湖も陸水学の仲間入りをして、盛んに取上げられるようになってきます。1970年代から80年代にかけて出版された陸水学関連の本には、汽水湖がどういう由来をもち、どのような性格をもつ湖なのか、という記述もなしに、いきなり汽水湖の汚濁の問題が取り上げられ、議論されています。

そして1984年に出版された「陸水と人間活動」では、霞ヶ浦、諏訪湖、中海、琵琶湖が非常に重要な湖として取り上げられ、文部省でもこの4つの湖沼を「環境特別研究」のテーマにするといった状況になってくるわけです。こうした事情を見てきますと、内陸の淡水湖とは同列に論じられない汽水湖に関しては、特にその研究の必要性を痛感するのは、あながち私一人だけではないと思います。海跡湖の変遷と沖積平野形成史の研究一方、地質学の方では、沖積平野の発達史を明らかにする上で、海跡湖の研究が避けられません。海跡湖の変遷史は、戦後の1951年に北海道大学の湊正雄先生による「湖の一生」によって始めて明らかにされます。この本は中学生向けに書かれたものですが、アバシリ湖(網走湖)やノトロ湖(能取湖)周辺の地層を調べ、これらの地層に含まれる貝化石から、縄文海進時の海が、次第に水域を縮小しながら汽水湖となり、さらには淡水湖へ変わっていくこと、そしてこの湖は、やがては泥炭地に変わり、消滅するだろうことが非常に分かりやすく述べられています。このように「湖の一生」は、地質学的な研究方法によって始めて海跡湖の発達段階や湖の特徴が明らかになることを示し、地質学の果たす役割の大きいことを示したわけです。一方、1950年代から60年代にかけては、沖積層の研究が社会的に要請されていた時期なので、多くの地質研究者がさまざまな地域で、潟湖を含む海岸平野の発達史に取り組んでいきます。こうして1972年には、梶山彦太郎・市原実の両先生による「大阪平野の発達史」の論文が発表されます。両先生は、大阪平野各地の遺跡や多くの土木工事の現場で露頭を詳しく観察し、大阪平野の生い立ちを明らかにされているわけですが、その詳しい内容は本誌の16号で特集され、市原先生ご自身がお話しされていますので、それをご覧ください多くのがなによりです(編注)。そこでは、縄文海進によって海が陸地の奥深くまで侵入した河内湾の時代から、砂州の発

達と河川による埋積作用によって、河内潟の時代、次いで河内湖の時代へと移り変わり、やがては全域が沖積平野になり変わるまでの過程が、具体的な古地理図として見事に復元されています。この地域では、古淀川や古大和川から運び込まれる土砂の量が多く、埋積のスピードが非常に速かったために、海跡湖は比較的短命に終わったもので、これと同じような経過を経て、すでに消滅した海跡湖も少なくないのです。現在の海跡湖について考えるときも、堆積の速度というものを常に考慮し、重要視しなければならない所以です。湖沼と社会の関わりへの推移ご存じのように、いま日本の多くの湖沼では、周辺地域の開発に伴って水質汚濁に代表される湖沼環境の悪化が進み、これが社会的に大きな問題になってきております。そのため昭和59年(1984)には、湖沼水質保全特別措置法いわゆる湖沼法が制定され、これまでに、霞ヶ浦、琵琶湖、諏訪湖、中海・穴道湖など、特に水質環境基準の確保が急がれる9つの湖沼が指定されています。しかし湖沼というのは、閉鎖性の水域であるために汚濁物質が蓄積しやすく、環境基準を達成するのは容易なことではありません。表1・2は、1940年代頃からの湖沼と社会の関わりをごくおおざっぱにまとめてみたものです。まず戦後からの10数年間は、食糧の増産が国民全体の大きな目標であったため、1945年から1960年代にかけては、国による大規模な干拓事業が進められます。そのさい、低平な平野部にあって利用しやすく、水深も浅いので、多くの海跡湖が干拓されてしまいます。その代表が八郎潟や河北潟などです。1960年代の高度経済成長の時代になると、今度は、霞ヶ浦や中海などでは大規模な総合開発事業が計画されます。とくに霞ヶ浦では、周辺地域の工業・都市用水のための水資源開発が目的とされ、淡水化のために海との連絡も閉ざされるようになります。そして1970年代以降になると、内陸の湖も含め、湖周辺での都市的な土地利用の拡大とあ

編注：アーバンボタ誌16号(1978)刊行の後、梶山彦太郎・市原実共著による「大阪平野のおいたち」(青木書店、1986)が出版されている。この著書では、そのこの研究成果を加えて、さらに詳細な古地図を収載し、大阪平野の発達史が詳しく解説されている。

いまって、水質汚濁の問題が顕在化し、アオコの発生にみられるように、多くの湖沼でこの種の問題が前面に登場してきます。閉鎖性水域の湖沼では栄養塩が蓄積しやすく、湖沼の水質浄化は容易ではないので、これが今日の深刻な社会問題になっているわけです。一方、八郎潟では干拓工事が完成したすぐ後には減反政策が始まるという具合で、この間に、社会的状況も大きく変わってきます。こうして、湖沼の汚濁の問題に減反政策がからまって、この頃から湖沼に対する人々の意識が変わり始め、干拓・淡水化を新たな角度から見直す気運が生じてきます。この問題は、干拓・淡水化工事の途中にあった中海・宍道湖では、地域の人々全体をまきこむ議論となって長年にわたって続きますが、漸く1988年になって、この事業は実質的に中止されます。こうして、本州の海跡湖の殆どが消滅するか大改変されるなかで、この2つの湖は、浅からぬ傷を受けてはいるものの生き延びます。同時にこの2つの湖では、今後は、湖の保全と利用という大きな課題に取り

組むことになったわけです。海跡湖は海と陸の変化に敏感に反応する。じつは、私が松江に赴任してきたのが1980年で、当時、地元では干拓・淡水化は是非かといった議論が盛んに行われておりました。そのとき私自身としては、こうした大きな問題は、やはり湖の成り立ちや発達史を踏まえ湖の基本的な性格を把握した上で、これからどうあるべきかを考える視点が欠かせないだろう、と思ったわけです。それで私は早速、そうした観点から中海・宍道湖の資料をあたってわけですが、詳しいことを知ろうとすると意外に資料が少ない。しかし湖の歴史は、湖底堆積物に必ず記録されていますから、それを実際に調べようということになって、島根大学の地質学教室のスタッフや学生たち、県水産試験場の中村さんらと調査・研究を始めたわけです。それが幸いなことに、ちょうどこの頃、地質調査所の海洋地質部におられた井内さんたちが、湖の水質汚濁の問題がきっかけとなって湖底堆積物の調査・研究を始められました。

それで私も、井内さんに協力してもらうなどして湖底堆積物の調査・研究を本格的に進めることができました。こうして、この10年程の調査で、中海・宍道湖の生い立ちから現在の湖へと移り変わってきた様子が詳しく分かってきたわけです。これについては第3章に記しますので省略しますが、ただここでは、両湖の変遷史から明らかになった海跡湖の大きな特徴について、すなわち、陸と海の接点にある海跡湖というのは、どちら側の変化にも敏感に反応して環境を変えるということ、中海・宍道湖の変遷史を例にして簡単に触れておきたいと思います。縄文海進で内湾となった古中海湾が潟湖になるのは、約2,400年前頃の弥生時代です。この時代には、気候がやや冷涼化して海面がわずかに下がり、そのため、弓ヶ浜の西縁に形成されていた砂州が海面上に姿を現わして湾口をふさぎます。それで、古中海湾は潟湖へと変わるわけです(47p.図16E)。それが約1,200年前頃の奈良時代、出雲国風土記の時代になると、海面がほぼ現在のレベル

