長野県北安曇郡鎌池の現況

塩 入 清 嗣

The Present Conditions of Lake Kama-ike in Nagano Prefecture

Kiyotsugu SHIOIRI

Abstract

Kama-ike is a small but deep mountain lake in sickle shape that lies at an elevation of 1,190 m in the northernmost part of Nagano Prefecture in Central Japan. It lies at 36°51' N. Lat. and 137°58' E. No detailed survey has been made since Dr. A. TANAKA sounded this lake in 1919 for the first time. The writer's investigations were carried on in this lake in August 1972, in regard to re-soundings as well as to some limnological features. The following morphometrical features were obtained by the 139 soundings in total: the superficies of the lake 27,100m², excluding 175m² of the island areas; the greatest depth 16.2m and the mean depth 6.87m, and the shore development 1.71. Its volume is calculated as 1,950,000m³. The results indicate that this lake has become shallowed by 1.8m during the fifty-one years since TANAKA's first soundings. This means that the decrease of depth has progressed at the rate of 1.5cm a year. The thermocline was seen at the layer of 2-6m deep, at which zone the dissolved oxygen was supersaturated in summer. In the hypolimnion the amount of dissolved oxygen decreased greatly as indicating the progress of eutrophication to a certain extent. The pH values were 7.4 at the lake surface, then gradually lowering as 6.8-6.9 and became reversed to 7.0 in the bottom water.

1. 湖盆の位置・成因ならびに湖盆の周辺

鎌池は長野県北安曇郡中土村小谷温泉の北西約 1.5km の地点にある小湖である。北緯 36°51'50", 東経 137°58'30", 海拔 1,190m の山間にあり、国土地理院発行の地形図 (1:50,000) 富山 3 号「こたき」に明示されている。姫川の左岸の支流中谷川に沿って、姫川との合流点から約 9km 北東方向に遡ると、深い溪谷の右岸に小谷温泉がある。ここから数年前に林道が開かれ、鎌池の上まで自動車で行くことができるようになった。

小谷温泉付近は雨飾山 (1963.2m) の南麓にあたり、なだらかな台地で、しかも湿地帯をなし、ミズバショウなどの小群落地帯もあり、いわゆる黒菱平の高層湿原である。地質は第三紀の泥岩、頁岩が多く、池の周辺は円礫を含む第四紀の洪積層である (図 1, 2 参照)。

本湖は、上記のように、雨飾火山の南山麓の中腹、黒菱平の高層湿原にあるため、湖盆の北西側は急傾斜の山に囲まれているが、南側は南に傾斜して開けている。湖の西側や南側には角閃石安山岩がある。これらの事実から、湖盆凹窪の所在する山地は第三紀層の崩壊によって傾斜した台地をつくり、その崩壊の当時はここに大小無数の湖沼群を生じたのであろうが、崩壊でできた裂罅の一部に水を湛えたものの一つが本湖である。したがって、陥没崩落の岩片上に土砂が堆積して、水を堰止めて湖が生成されたと考えられる。この湖には南西部の排水溝以外に表面排水ぐちは無く、岩石の間隙を渗透し過されて中谷川に流れ出しているものと考えられる。

本湖に流入する水は、湖の西方の角閃石安山岩地帯から湧出するものが主たるものであるが、その量は極く少ない。湖底の水温や湖水中に多量に含有されてい

Fig. 1. 鎌池付近地形図（富山3号「こたき」による）〔この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図を複製したものである（承認番号）昭和48年、第1213号〕

るカルシウムの量から推して、湖水の大半は湖底からの湧水によって供給されているものと考えられる。地形上当然のことながら、湖盆の東側は、北によるほど急傾斜をなしている。

2. 湖盆の形態と底質

1970年8月5日、筆者は山本勝洋氏とともに本湖の平板測量を行ない、同年8月9日～10日の両日にわた

って湖面に綱を張り、10m毎に錘測し、さらに1972年8月2日、前回と同様にして湖面に綱を張り、10m毎に錘測した。その結果に基づき、湖の面積ならびに湖盆深度図を作成した。（第1回55箇所、第2回84箇所合計139箇所の錘測点による）（図3参照）。

測定値は次の表の如くで、大正8年実施の田中の測定値と比較する。

Fig. 2. 鎌池周辺の地質図 (Geological map of the Kama-ike district)
凡例の流紋岩は石英斑岩.

Fig. 3. 鎌池湖盆深度図 (Bathymetric map of Lake Kama-ike)

Table 1. 鎌池湖盆形態測定値 (a) 田中 (1919), 塩入 (1972)

深 度 (m)	項 目	湖岸線及び各等深線の長さ (m)		各等深線水準面積 (m ²)		表面面積に対する割合 (%)	
	比 較	田 中	塩 入	田 中	塩 入	田 中	塩 入
0		827.5	1,030	28,675 28,500	28,675 28,500	100	100
5		572.5	572	16,250	12,400	57	43.5
10		457.5	382	10,250	6,100	35.9	21.4
15		345.0	200	5,550	2,050	19.3	7.2
16.2			75		200		0.7
18		160.0		2,500		8.8	

Table 2. 鎌池湖盆形態測定値 (b) 田中 (1919), 塩入 (1972)

深 度 (m)	項 目	各等深線相互間容積 (m ³)		全容積に対する割合 (%)	
	比 較	田 中	塩 入	田 中	塩 入
0～5		110,448	127,250 (98,750) (25,500)	48.7	65.3
5～10		65,510	46,250	28.9	22.5
10～15		38,763	20,375	17.2	10.5
15～18		11,768	1,125	5.2	0.6
合 計		226,429	195,000	100.0	98.9

Table 3. 鎌池湖盆測定値概括

		田 中 (1919)	塩 入 (1972)
面 積 (全湖面)	A (m ²)	28,675	28,675
面 積	B (m ²)	28,500	28,500
長軸の長さ	(m)	345	382
平均幅	(m)	82.6	75.0
平均幅：長軸	(%)	23.9	19.6
湖岸線の長さ	(m)	827.5	1030
肢 節 量		1.38	1.77
島 率	(%)	0.614	0.614
海拔高度	(m)	1190～1200	1190～1200
最大深度	(m)	18.0	16.2
平均深度	(m)	7.95	6.11
平均深度：最大深度	(%)	44.1	37.71
平均深度：√面積		0.04709	0.0361

Table 4. 鎌池の深度 5m 毎の水準面面積

深 度 (m)	湖の島を含んだ面積 27275m ²		容 積 (m ³)
0	27,100 (m ²) (湖の島の面積を除いた面積)	100	98,750
5	12,400 (m ²)	45.7	46,250
10	6,100 (m ²)	22.5	20,375
15	2,050 (m ²)	7.6	1,125
16.2	200 (m ²)	1.1	
合 計			166,500

5m 以浅は湖面面積の 54.2%

湖面の表面積は 28,675m²、島の面積を差引いた湖面の面積は 28,500m² で、田中の時と変わらない。

実際には湖の東南部約 1,400m² はほとんど陸化してヨシが生育しており、この区域を除くと湖面の湛水面の面積は 27,275m²、島の面積 175m² を差引くと、湖面の実面積は 27,100m² である。水深 5m 以浅は 14,700m² で湖の表面積の 54.2% を占めている。しかも、その大半は南東部にかたよっている。(Fig. 3)。

田中博士が大正 8 年に測定されて以来 51 年間に、湖の南東部がほぼ陸化した原因は、南西部にある排水溝が、自然の流出水によって浸食崩壊して水位が約 1m 下ったためによるものと推察される。したがって現在湖が生成された当時の状態にまで湛水するためには、この排水溝の上に土俵を積んで堤を高めなければ、困難である。(現在は排水溝がこれ以上自然の流出水によって深くならないように一部をコンクリートでかためられているし、コンクリートの内側に土俵を積んでいる)

長軸の長さが大正 8 年の測定では 345m であったが、今回の測定では 382m あり、37m 長くなっているし、肢節量が 1.38 であったのが、今回の測定では 1.71 と大きくなっているのは、やはり水位の低下により湖の浅い南東部において湖岸線の出入りが特に顕著で複雑になったためである。

湖岸の傾斜度がゆるやかなのは、湖の南東岸である。後述のように植物群落が占めているのも主としてこの南東区域である。

深度 5m の等深圏(深度図には出ていないが)は湖の中央から北東にかけてひろがり、湖面面積の 54.2% を占め、細長いすり鉢状を呈している。16m 圏内の中央部よりやや北に最深点 16.2m を記録する。大

正 8 年、田中博士が測定したとき 18m であったのが、それから 51 年間に 1.8m 浅くなっている。排水溝の崩壊によって水位面が 1m 低下したことを考慮しても 0.8m 浅くなっており、仮りに田中の錘測以後毎年低下したとすれば、1 年間に 1.5cm づつ浅くなっていることになる。

容積は排水溝の高さを 1m 高くしても、その容積は 195,000m³ で、田中博士の測定値に一致する。容積を湖面の面積 28,500m² で除して平均深度を求めると、6.87m となり、大正 8 年の 7.95m より 1.08m 浅い。また今回の測定による容積は 166,500m³ であり、島の面積を除いた湖面の面積は 27,100m² であるから、平均深度は 6.14m となり、7.95 に対し 1.81m 浅くなったことになる。大正 8 年当時より水面が 1m 低下しているの、低下分 1m を差引いてもなお 0.81m 浅くなっている。これは 1 年間に平均深度で 1.6cm づつ浅くなっている計算となる。大正 8 年に 226,429m³ であったのが、今回の測定では 195,000m³ であり、31,429m³ 小さくなったことになる。水位が 1m 低下しているの、25,500m³ 差引くと 5,929m³ 小さくなっている。これを 51 (年) で除して年平均を求めると 1 年間に 116.26m³ づつ沈でん物によって、うまっていることになる。即ち 1 日に約 0.32m³ づつ土砂や落葉物等によって湖盆の容積が小さくなっている計算になる。

最深部の湖底の泥は殆んど全体にわたって黒色を帯びた灰色の軟泥で覆われている。軟泥の質は腐植質が多く、北側の湖岸には植物の落葉を主体とする残滓が多く湖底をおおっている。

3. 湖の色ならびに透明度

1970 年 8 月 9 日の測定時には、セッキ板による透明

Table 5. 鎌池の水温, pH, O₂ 等の測定表
(1970.8.93 時 00分, 気温 22.4°C, 晴・風力 3, 透明度3.6m)

水深 (m)	pH	水温 (C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ δ (mg/l)	O ₂ (±)	飽和度 (%)	メチルオレンジ アルカリ度 (mg)
0.2	7.4	24.8	6.49	5.06	+1.43	128.3	3.08
2.0	7.4	23.5	8.46	5.19	+3.27	163.1	—
4.0	7.4	18.8	11.39	5.66	+5.73	201.2	—
6.0	7.0	12.0	10.39	6.53	+3.86	159.1	—
8.0	7.1	9.8	7.31	6.87	+0.44	106.4	—
10.0	6.9	8.8	5.36	7.02	-1.66	76.3	—
11.5	6.8	8.6	1.42	7.06	-5.64	20.2	4.4
14.0底	7.0	8.1	0.63	7.14	-6.51	8.8	5.1

(1972.8.2 気温 23.8°C, 晴・透明度5.5m)

0.2	7.4	25.1	7.32	5.04	+2.28	145.2	2.64
2.0	7.4	23.5	6.48	5.19	+1.29	124.8	2.42
4.0	7.4	17.4	13.32	5.83	+7.49	228.4	2.86
6.0	7.4	12.2	10.02	6.51	+3.51	153.9	3.08
8.0	7.4	9.9	11.20	6.85	+4.35	163.5	3.30
10.0	6.9	8.8	4.11	7.02	-2.91	58.5	3.74
12.0	6.8	8.0	0.63	7.16	-6.53	8.8	4.18
14.0	6.8	8.8	0.31	7.02	-6.71	4.4	5.06
16.0	6.8	7.8	0.00	7.20	-7.20	0	5.50

度は 3.6m, 1972 年 8 月 2 日の測定では 5.5m であった。快晴無風状態のときの湖岸から見た湖の色は青藍色を呈し、湖岸の自然の景観をよく写し出している。

4. 水 温

1970 年 8 月 9 日の沖部表面の水温は 24.8°C を測り、湖底直上の水温との差は 16.7°C に達した。水温の鉛直傾度を比較してみると大正 8 年の測定と大差がない。今回は深度 2m 毎に測定したため、完全に比較することはできないが、深度 2m で 24°C 前後、4m で 18°C 前後、6m で 12°C 前後と、深度 12m 地点までは同じであるが、それ以深の地点では今回は 2°C ほど上昇している。これは前述した、湖底に堆積している有機物質の酸化によるというよりも、むしろ 12°C 以上の湧水が湖底にあるのではないかと考えられる。

大正 8 年には表面水温と湖底水温の較差は 18°C であったが、今回は 16.7°C と較差の範囲が 1.3°C 小さくなっている。

水温の測定値は表 5 に、また溶存酸素量等の要素とともに図示した。表面水温の上昇は南傾斜の山麓で、しかも東と西側が山地によって囲まれ、北側には木が繁って風の影響を受けにくいことなどによって、日中

にはまだ上昇するものと考えられる。(この湖が温帯湖であることは田中博士によって指摘されている)。

5. 溶存酸素量・pH・アルカリ度

溶存酸素量は水深 8m までは理論飽和量より多いが、深度 11.5m の湖底直上においては 5.64mg/l 不足し、飽和度は 20% である。表面 6.49mg/l で順次増加して深度 4m においては 11.39mg/l で、飽和量にして 201.2% と理論飽和量の 2 倍の溶存酸素量である。これは表面では気温の上昇とともに水上に放出して減少し、深度 4m 付近に多いのは植物プランクトンの光合成活動の結果である。深度 8m (本湖のほぼ中層)において理論飽和量と一致し、それから深度を増すにつれて不足しているのは、湖底に年間約 1.6cm づつ堆積している有機物を含む湖底堆積物の分解のために酸素が消費されるのと、湖底からの酸素の欠乏した湧水によるためと考えられる。

本湖の酸素鉛直分布曲線は明かに富栄養化の傾向を示し、植物プランクトンの生育も旺盛である。これは長野県信更町の涌池のような富栄養湖とは異なり、真の富栄養化とは少しちがった様相である。東西両側は山に、北は樹木が生い繁っている、小さくて深く窪ん

Fig. 4. 鎌池の水温, pH, 溶存酸素量の鉛直分布 (Vertical distribution of water temperature, pH and dissolved O_2 in Lake Kama-ike)

だ湖盆は風を受けることなくよく停滞し、このような酸素の成層を示す結果となったと思われる。

小谷温泉, 山田旅館の湯ではメチルオレンジアルカリ度 72.16mg/l , 太田旅館の湯では 85.36mg/l であった。湖水のメチルオレンジアルカリ度の値は表面において 3.08mg/l , 湖底において 5.1mg/l であった。表面水, 湖底水ともに他の湖沼より多いが、鎌池の湖底と表面水との較差は 2.02mg/l であり、前述の水温の測定結果等から考えて温泉水が湖水中に湧出しているとは考えられない。

pH の値は表面から深度 8m までは $7.4(\text{BTB})$ で微弱アルカリ性, 深度 10m 以深では $6.9\sim 6.8(\text{BTB})$ で弱酸性である。しかし湖底直上において 7.0 ともどっているのは湖底水中に重炭酸イオン HCO_3^- が多いためと考えられる。湖盆や周囲の状況から考え、さきに述べたように、湖水が風の影響を受けて循環しやすいのは深度 10m までではないかと思われる。

6. 生物群集

a. 植物

本湖の北西, 北東岸にはユキツバキがブナの大木の

下に自生し、湖岸にはネマガリダケが自生している、湖の東西側はこれらの樹木によって囲まれているが中央部から南東にかけてはよく視界が開け、湖の水深 4m 以浅の大部分が南側にあり、湖岸の水中にはアブラガヤ, ヨシ等が繁茂し、岸にはナナカマド, ノリウツギ, ブナ, ミズナラ等が湖面にその影を映して自然の景観をよく保っている。

b. プランクトン

1970 年のプランクトンは、植物では藍藻類が主で、動物では *Bosmina* (ゾウミジンコ) の個体数が多く、次に *Cyclops* が多い。次に *Keratella* (カメノコウワムシ, ツボワムシ科), *Bosminopsis* (ゾウミジンコモドキ) 等の順である。

c. 湖中の動物

湖中にはイモリ, マフナ, タニシ等である。

7. 湖の利用

古くから灌漑用水池として利用されていたものと思われるが、完全排水が不可能であるため、堤を築き雨水や雪解け水を貯水しておいて利用したものと思われる。受水区域は 0.35km^2 , 貯水量は $204,100\text{m}^3$ であ

るが、堤を築き貯水した場合の貯水量は 70,000m³ 程である。この湖を訪れるのは近在の人や湯治客の一部以外は少なく、静寂な湖である。したがって、現在は自然状態がよく保存されているが、1972年8月にこの湖を中心としたこの辺一帯の観光開発のための敷地が湖の東側にでき、新潟県中頸城郡妙高高原町笹ヶ峰と、乙見山峠（標高 1,678m）を越えて結ぶ妙高・小谷線峰越林道が昨年開通した。今後この辺一帯の観光地としての開発が急テンポで進むものと推測される。11月には全面結氷するも雪が多くスケートはできない。学術研究上将来もこの湖が現在のような自然状態を保つよう配慮した開発であってほしいことを切望する次第である。

参 考 文 献

- 北安曇教育会(1972)：北安曇郡誌（長野県北安曇地方地質），167-168, 213-214, 323-324.
西条八束(1962)：湖沼調査法，再版，東京，古今書院。
田中阿歌磨(1930)：日本北アルプス湖沼の研究，778-787（姫川右岸支流の湖沼），大町，信濃教育会北安曇部会。
上野益三(1965)：戸隠飯綱の湖沼，（長野県上水内郡誌編纂会）。

（著者：塩入清嗣，長野県須坂市高甫小学校；
K. SHIOIRI, Suzaka-shi, Nagano Pref.）