

富士五湖の水温について

有泉和紀 吉澤一家

Water Temperature of Fuji Five Lakes

Kazunori ARIIZUMI and Kazuya YOSHIZAWA

キーワード：富士五湖，河口湖，山中湖，精進湖，本栖湖，西湖，水温

湖水は風波により混合され、水温がある程度均一化される。しかし、混合される深度より湖の水深が深い場合は以下のような季節変化を示す。

- ・水温が鉛直方向に混合している春季循環期
- ・水温が急激に低下する水温躍層を境に上下別々の水塊が存在する夏季停滞期（成層期）
- ・夏季の水温成層が崩れて鉛直方向に混合する秋季循環期
- ・結氷する湖では深度が深くなるに従い水温が上昇する逆成層を形成する冬季停滞期

このような水温の変化は湖の生物や水質に大きな影響を与えるため、水温の分布や変化を把握することは非常に重要である。

本県では、水質汚濁法に基づく公共用水域水質測定を補足するために、1980（昭和55）年度より富士五湖における水質の水平分布や夏季の貧酸素層の水質等の調査

（富士五湖補足調査）を実施してきた。1999（平成11）年度からは主に富栄養化の兆候が認められる地区の水質監視、貧酸素層および水温躍層の形成期間やその規模の把握等を目的に調査地点および頻度を変更して調査を継続している。

今回これまでに得られた結果¹⁾から水温成層の形成について過去のデータとの比較および水温成層の形成と気温との関係について検討したのでその結果を報告する。

調査地点および調査頻度

各湖の調査地点を図1に示した。富士五湖補足調査は毎月1回、河口湖3地点、山中湖2地点、精進湖1地点、本栖湖2地点、西湖2地点で調査を行っているが、本報告では1999年度～2004年度に実施した各湖心のデータを用いた。

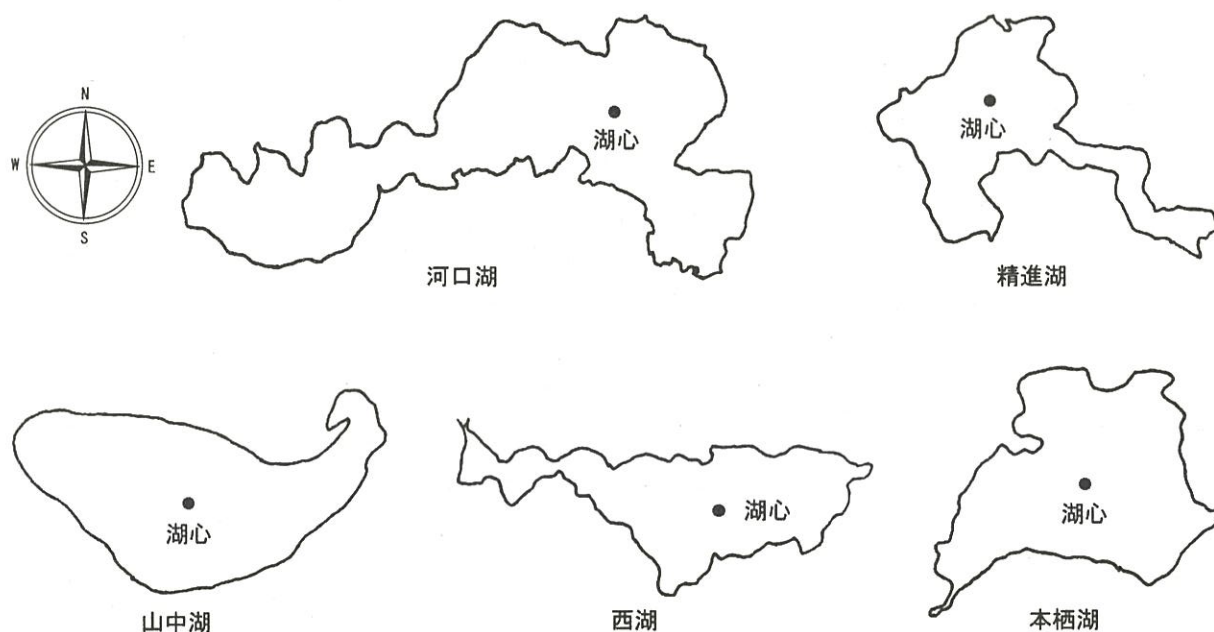


図1 富士五湖調査地点

結果と考察

1. 各湖の水温変化

各湖について水温の鉛直分布（月別）を図2-1～2-5に示した。

1-1 河口湖（図2-1）

各年とも3月から水温が上昇し、4月から上下層で水温の差が生じはじめ、5～6月には5～6m以深で水温躍層と見られる水温の低下が確認された。7、8月は水温成層するものの、水温躍層が明確ではない年が多く、9月になると水温成層は崩れはじめ、10月には消滅していた。また、11月には水温が鉛直方向でほぼ均一な状態となり、2月まで徐々に水温が低下した。

山梨県の報告²⁾によると1933～1948年の15年間および1973年の河口湖の水温分布は、8月の水温躍層が6mより深く、成層期間は6～9月とある。また、湖心ではないが1994年および1995年の7月、8月に6～8m付近に水温躍層が確認され³⁾、1996年の湖心では6m～湖底（7m）で水温の低下が確認されている⁴⁾。これらは今回の結果と一致しており、河口湖における水温躍層の水深や成層形成期間は70年前と同様であると考えられた。

1-2 山中湖（図2-2）

各年とも3月より徐々に水温は上昇し、5月には水温成層の兆しが見られ、6、7月は6～9mに水温躍層をもつ成層が確認された。8月は水温躍層が水深5m～湖底（10m）、水深9m～湖底（13m）の様に異なった水深に形成される年があった。9月になると水温躍層はほぼ破壊され、表層から底層に向かって水温が低下していた。10月には水温が鉛直方向でほぼ均一な状態となり、2月に向かって徐々に水温が低下した。

湖沼水質管理指針策定調査⁵⁾によると1973年および1981年の水温分布から山中湖の水温成層は5月頃より兆しがあり、7～8月に完成し9～10月に破壊されるとあり、1981年の湖心における水温躍層は7m付近から確認されている。近年では、1996年の調査より8月の6～9mに水温躍層が確認されている⁴⁾。これらは今回の結果と一致しており、山中湖における水温躍層の水深や成層形成期間は30年前とほぼ同じであることが示唆された。

1-3 精進湖（図2-3）

各年とも4月もしくは5月から10月にかけて成層し、8月の水温躍層は4～8mに確認された。11月には水温躍層が消滅し、3月まで水温は鉛直方向にほぼ均一な状態であった。

精進湖の水質調査に関する報告書⁶⁾によると1973年の水温分布では、4月ごろから水温躍層が発達しはじめ、11月末には躍層が完全に消滅し完全循環期に入るとあ

る。また、1924年7月、1929年7月、1953年6月、1968年6月、1973年6月の水温分布より、躍層のはじまる深さは概ね4m前後であり、時代による変化はないとしている。近年では、1996年の調査で8月の5～7mに水温躍層が確認されている⁴⁾。これらと今回の結果より、精進湖における水温躍層の水深や成層期間は80年前と大差はないと考えられた。

1-4 本栖湖（図2-4）

各年とも4月より30m付近から表層に向かって水温が上昇し、6月には成層した。10～30mに形成された水温躍層は12まで維持されていた。その後、表層の水温の低下とともに水温躍層が減少して1月には水温躍層が概ね消滅し、3月まで水温は鉛直方向でほぼ均一な状態であった。

8月の水温躍層は1973年に10～30m⁷⁾、1996年には10～20mに確認されている⁴⁾。これらと今回の結果より、水温躍層の水深や厚さは30年前と大きな変化がないことがうかがえた。

1-5 西湖（図2-5）

各年とも5月に成層し、6月から9月にかけて5～20mに水温躍層が確認された。10月から12月にかけて徐々に水温躍層は破壊され、1月から3月にかけて水温は鉛直方向でほぼ均一な状態であった。

8月の水温躍層は1973年に5～20m⁷⁾、1996年には9～16mに確認されている⁴⁾。これらと今回の結果より、水温躍層の水深や厚さは30年前と大きな変化がないことがうかがえた。

2. 気温と湖水の成層との関係

湖の表面水温が変化することで湖水は成層と循環を繰り返す。表面水温は外気の温度と関係している。そこで、湖水の水温変化が観測された4月から12月までを対象とし、気温の変化と湖水の成層の関係を検討した。

気温の変化は調査前日から5、10、15、20、25、30日間までさかのぼり、その間の日平均気温を平均した値を用いた。また、成層に関する水温の変化は表面水温と底層（湖より約1m）の水温差を用いた。ここで、日平均気温は河口湖が河口湖測候所、山中湖が山中観測所、精進湖、本栖湖および西湖が上九一色観測所の値を用いた⁸⁾。得られた平均気温と水温差の相関係数を表1に示した。また、各湖の湖盆形態を表2に示した⁹⁾。

表1 平均気温と水温差の相関係数

湖名	5日間	10日間	15日間	20日間	25日間	30日間	n
河口湖	0.78	0.74	0.71	0.67	0.65	0.61	47
山中湖	0.71	0.68	0.66	0.64	0.61	0.56	41
精進湖	0.91	0.91	0.91	0.90	0.89	0.88	48
本栖湖	0.85	0.87	0.90	0.93	0.94	0.96	44
西湖	0.92	0.92	0.94	0.96	0.96	0.96	45

表2 富士五湖の湖盆形態⁹⁾

湖名	水面標高 ¹⁾ m	湖水面積 ²⁾ km ²	湖容積 ²⁾ 10 ⁻³ km ³	最大水深 ²⁾ m	平均深度 ²⁾ m	平均半径 ²⁾ km	湖岸線長 ³⁾ km	流域面積 ⁴⁾ km ²	基準水位 ⁵⁾ m
山中湖	981.5	6.89	64.8	14.3	9.4	1.48	13.5	65.5	978.485
河口湖	832.0	5.96	55.5	16.1	9.3	1.38	17.4	126.4	833.525
西湖	901.5	2.17	83.6	73.2	38.5	0.83	9.5	33.0	899.233
精進湖	901.0	0.50	3.52	16.2	7.0	0.40	7.0	25.8	899.233
本栖湖	900.5	4.83	328.0	122.1	67.9	1.24	10.4	34.5	899.233

1) 1972年初から1974年末までの平均的水位を0.5m単位で表した数字。
2) 山梨衛公研年報 25 32~34pp. (1980)。上記水面標高での値。

3) 堀江正治：陸水学雑誌 18, 22~23 (1956)
4) 山梨県土木部：山梨県河川図 (1978)
5) 水位観測のための基準面

得られた結果は次の3タイプに分類された。

- 1：調査日直前に相関係数が高くなる（河口湖および山中湖）
- 2：調査日直前の相関係数が低い傾向にある（本栖湖および西湖）
- 3：気温との相関係数が高く、ほぼ一定値を示す（精進湖）

1のタイプは気温の短期的な変化に対し水温が影響を受けやすい傾向があると考えられた。平均深度が本栖湖の1/7以下で、湖水面積が西湖の3倍以上ある河口湖および山中湖は、外気との接触面積が大きく熱容量が小さい湖であり、気象状態を短期間で反映しやすいと考えられた。

2のタイプは短期的な気温の変化に対し湖水が緩衝能力を持つ傾向があると考えられた。本栖湖および西湖は水深が深く湖容積が大きいため熱容量が大きく、気温の短期的な変化の影響を受けにくいと考えられた。

3は相関係数が1と2のタイプの中間的な値となっており、気温との相関は高いが経時的な変化を捉えていない可能性があると思われた。精進湖は湖水面積が河口湖や山中湖の1/10であり、湖容積が本栖湖の約1/100と五湖中最も小さい。よって、他の湖よりも気温の変化に対する水温変化が顕著に表れると考えられるが、今回の調査では精進湖の気温と水温の関係を検討するには測定頻度が不十分であったと考えられた。

湖の水温には気温の他に風や降水等の影響も考慮する必要があるが、今回の調査ではそれらを検討するには至らなかった。今後はより詳細な調査を行う必要があると考えられた。

ま と め

- ・河口湖および山中湖は概ね6mより下層に水温躍層が形成され、成層期間は6月から9月であり、前者は70年前と同様の傾向にあると考えられ、後者は30年前と同様の傾向にある事が示唆された。
- ・精進湖では8m付近を最深に厚さ約4mの水温躍層

が形成され、4月もしくは5月から10月にかけて成層すると考えられた。また、これらは80年前と同様の傾向にあると考えられた。

- ・本栖湖では30m付近を最深に厚さ最大20mの水温躍層が形成され、成層期間は6月から12月であると考えられた。また、水温躍層の水深や厚さは30年前と同様であることがうかがえた。
- ・西湖では20m付近を最深に厚さ約15mの水温躍層が形成され、5月から12月にかけて成層すると考えられた。また、水温躍層の水深や厚さは30年前と同様であることがうかがえた。
- ・河口湖および山中湖は短期間の気温変化に影響を受けやすいと考えられた。
- ・富士五湖の成層形成に関して気温以外の因子についても検討するためには、より詳細な調査が必要であると考えられた。

文 献

- 1) 山梨県：公共用水域及び地下水の水質測定結果、参考、(平成11~16年度)
- 2) 山梨県：富士五湖の水質調査報告書（河口湖）、(1980)
- 3) 有泉和紀ら：河口湖における陸水生態学的研究、日本陸水学会第63回大会要旨集, 89, (1998)
- 4) 有泉和紀ら：富士五湖の水質調査, 山梨衛公研年報, 41, 63~71 (1997)
- 5) 山梨県：湖沼水質管理指針策定調査, (1982)
- 6) 山梨県：精進湖の水質調査に関する報告書, (1976)
- 7) 笠井和乎ら：本栖湖・西湖・山中湖および河口湖の夏季水質の垂直分布, 山梨衛公研年報, 17, 80~85 (1973)
- 8) 気象庁ホームページ：<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 9) 山梨県環境局：富士五湖の水質21年(1971~1991), p14, (1993)

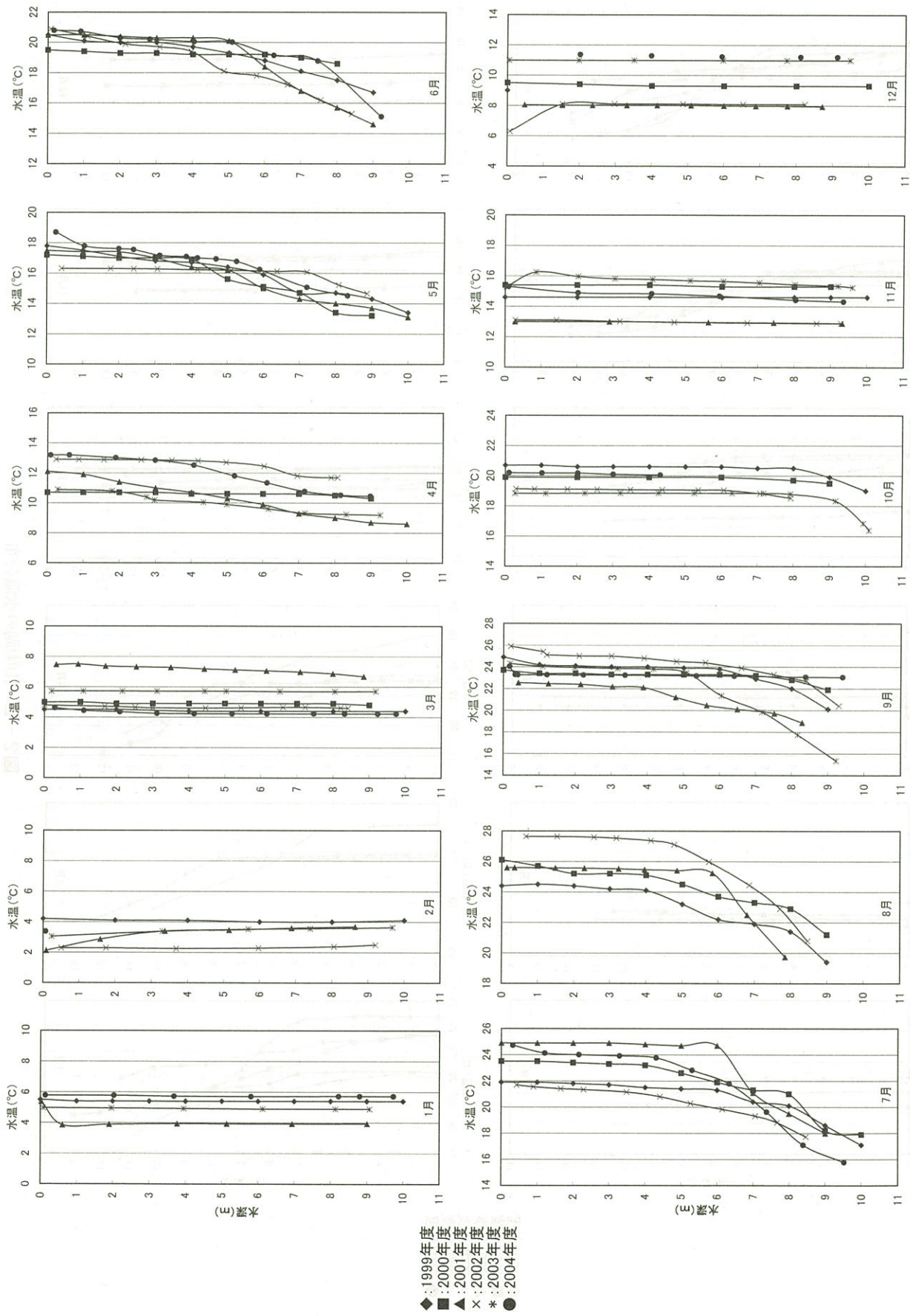
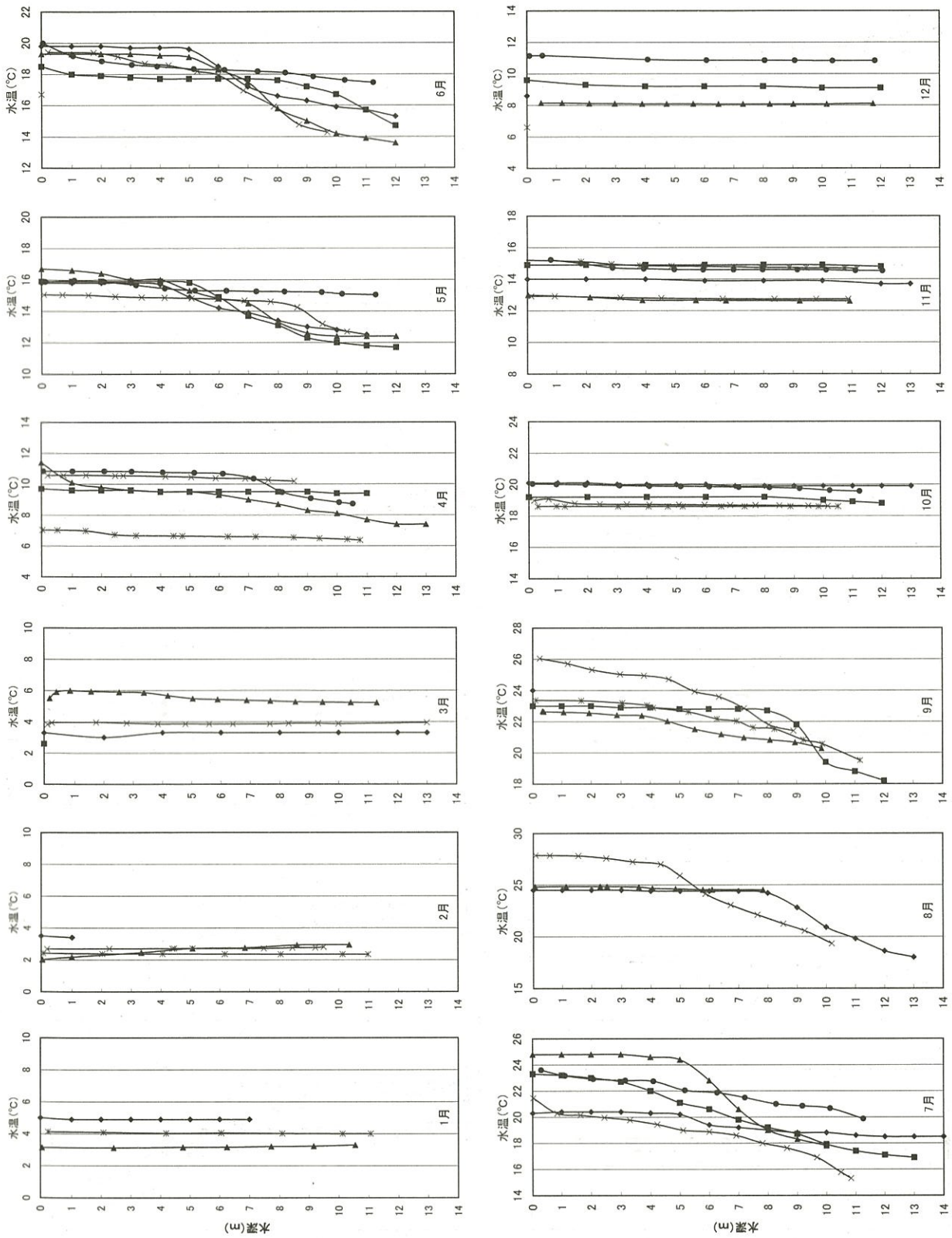


図2-1 河口湖の水温分布



◆:1999年度
 ■:2000年度
 ▲:2001年度
 ×:2002年度
 ●:2004年度

図2-2 山中湖の水温分布

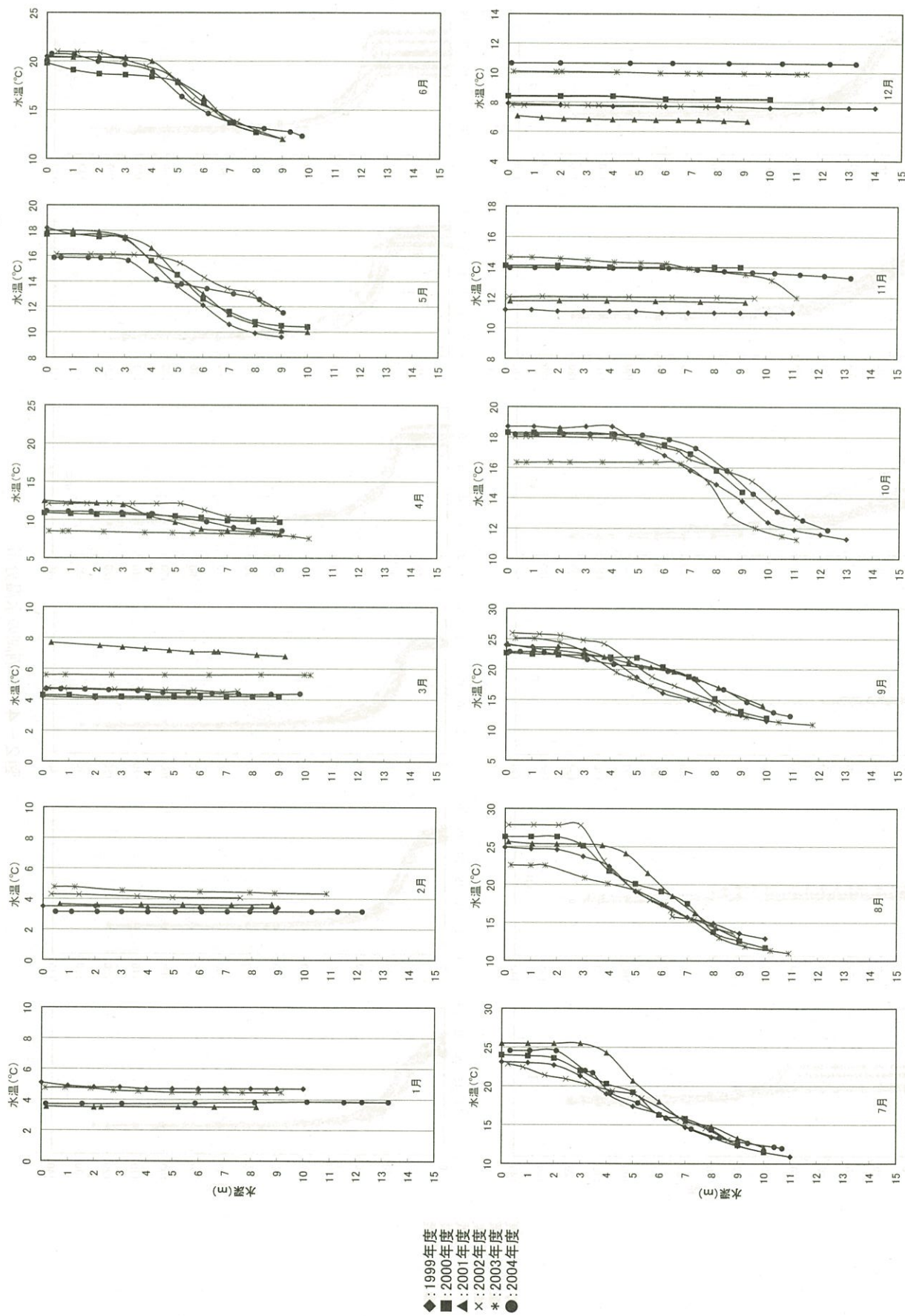
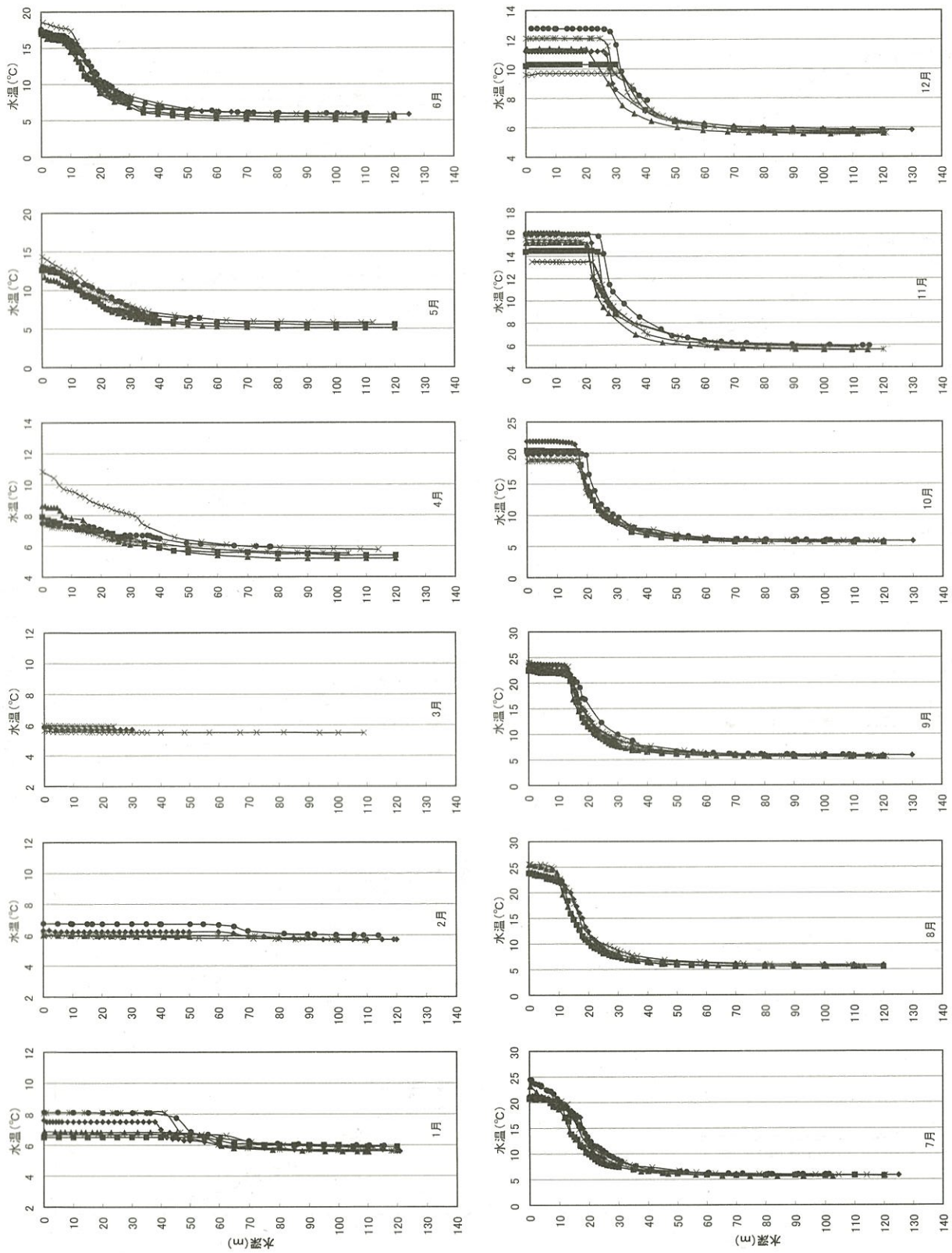


図2-3 精進湖の水温分布



◆ : 1999年度
 ■ : 2000年度
 ▲ : 2001年度
 × : 2002年度
 * : 2003年度
 ● : 2004年度

図2-4 本栖湖の水温分布

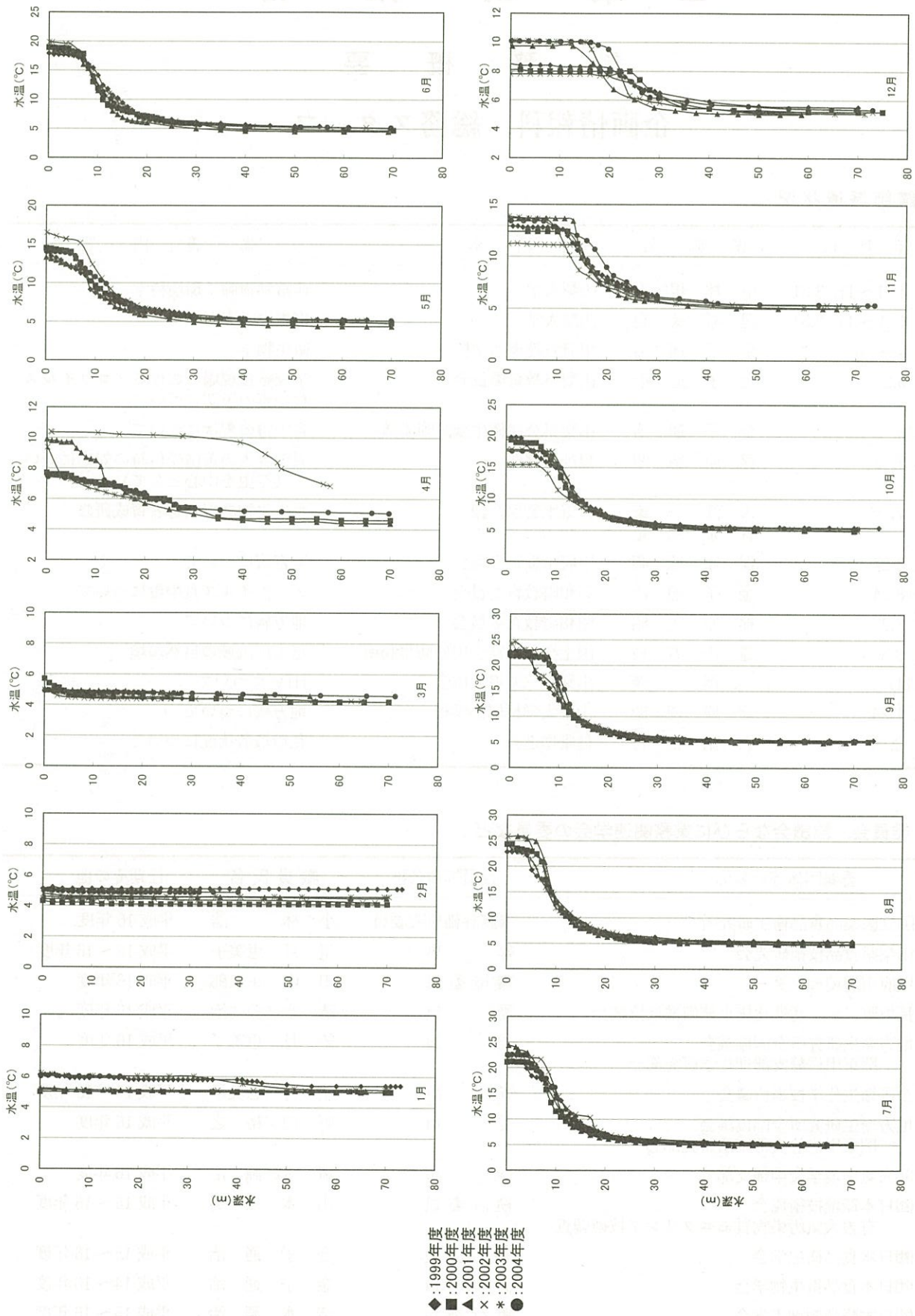


図2-5 西湖の水温分布