

(2) 湖内流動モデル

今津沖中央（17B）、南比良沖中央（12B）、唐崎沖中央（6B）における湖内の層別水温の季節変動を検証した結果を図 20～図 22 に示す。モデル計算値は水深別調査で実測された水温の変化をよく再現しており、水温上昇期・下降期においても実測とほぼ同様の変化を示していることが確認できる。特に 2015 年度は暖冬となり、3 月中旬まで全層循環が観測されなかったが、モデルにおいてもその傾向が再現された。

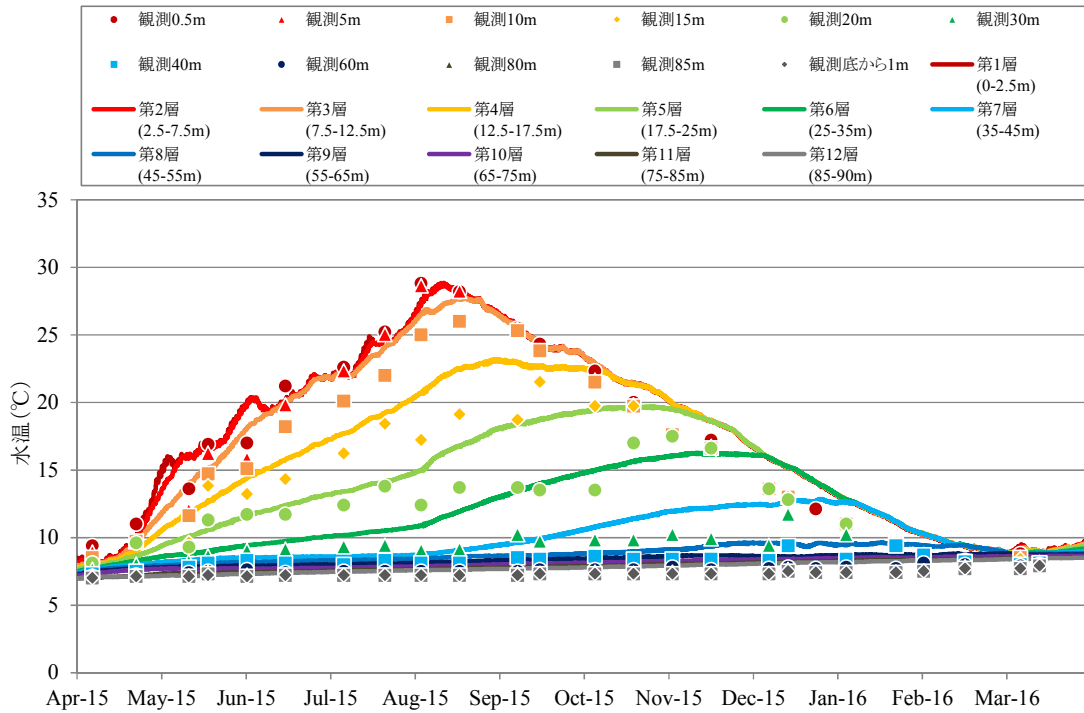


図 20 今津沖中央（17B）における水温検証結果

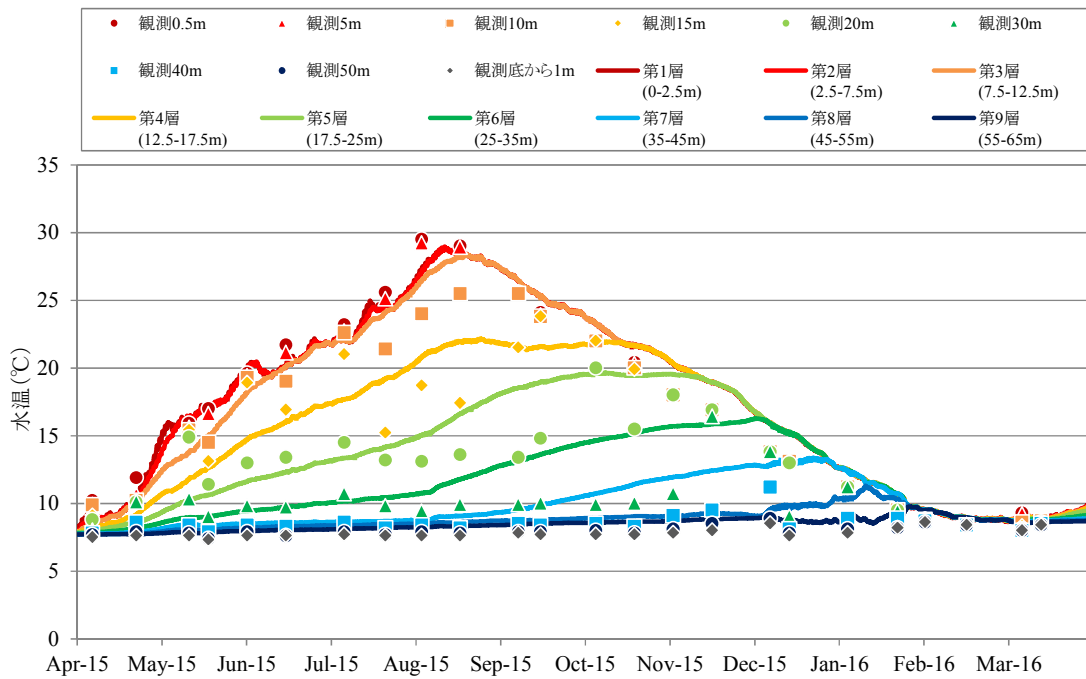


図 21 南比良沖中央 (12B) における水温検証結果

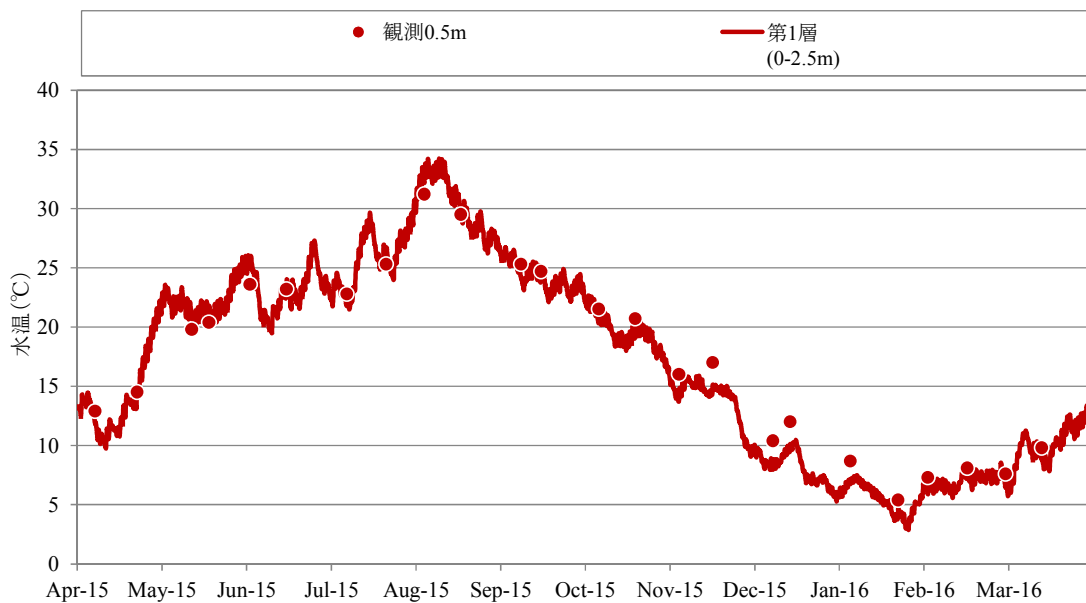


図 22 唐崎沖中央 (6B) における水温検証結果

(3) 湖内生態系モデル

TOC・TN・TP について、各観測地点の観測値と計算値の年間平均値を示した結果を図 23 に示す（計算については、観測のあった日時における値を利用している）。なお TOC については、滋賀県とそれ以外（国土交通省、水資源機構）で測定方法が異なるため、POC と DOC を別々に測定している滋賀県の観測データのみを検証対象とした。北湖では沿岸、湖中央や地点ごとの濃度のばらつきが概ね再現され、分布型モデルを用いることで陸域流入負荷を河川ごとに予測した利点を十分に反映した結果となった。一方で、南湖では北湖に比べて濃度が高い傾向は再現できたものの、TN や TP では沿岸域を中心として詳細な濃度分布までは再現できない地点も見られた。また、有機物についてはいくつかの地点、時期において、2015 年度に生分解試験を実施し、難分解性比率（RTOC/TOC）を算出したので、その検証結果について図 24 に示す。北湖では概ね比率を再現できたが、南湖では観測よりも計算で難分解性比率が低くなる傾向が見られた。

次に、湖内生態系モデルの予測結果の時系列的な評価を行う。今津沖中央（17B）、南比良沖中央（12B）、唐崎沖中央（6B）における水質の観測値と計算値の時系列変化を比較したものがそれぞれ図 25～図 27 である。TOC については北湖で春期～夏期の濃度上昇と冬期の下降が概ね再現できた。TN については夏期に減少し、冬期に回復する傾向を再現できた。TP については顕著な季節変化は見られないが、南湖ではやや春期～夏期に濃度を大きく計算する傾向が見られた。

本モデルにより 2015 年度における湖内の有機物収支の概要を描いたものが図 28 である。また難分解性有機物を含む詳細について描いたものが図 29 である。溶存態難分解性有機物の起源を、湖内の溶存態難分解性有機物に至るフローを用いて計算すると、琵琶湖全体で陸域由来が 28.7%、湖内由来が 71.3% となり、湖内由来が陸域由来に比べ 2.5 倍程度多いという結果になった。これを北湖・南湖別に見ると、北湖ではそれぞれ 75.2% および 24.8%、南湖ではそれぞれ 14.0% および 86.0% となり、南湖では陸域由来の成分が湖内の溶存態難分解性有機物濃度に大きく影響する結果となった。

1) 水質年間平均値

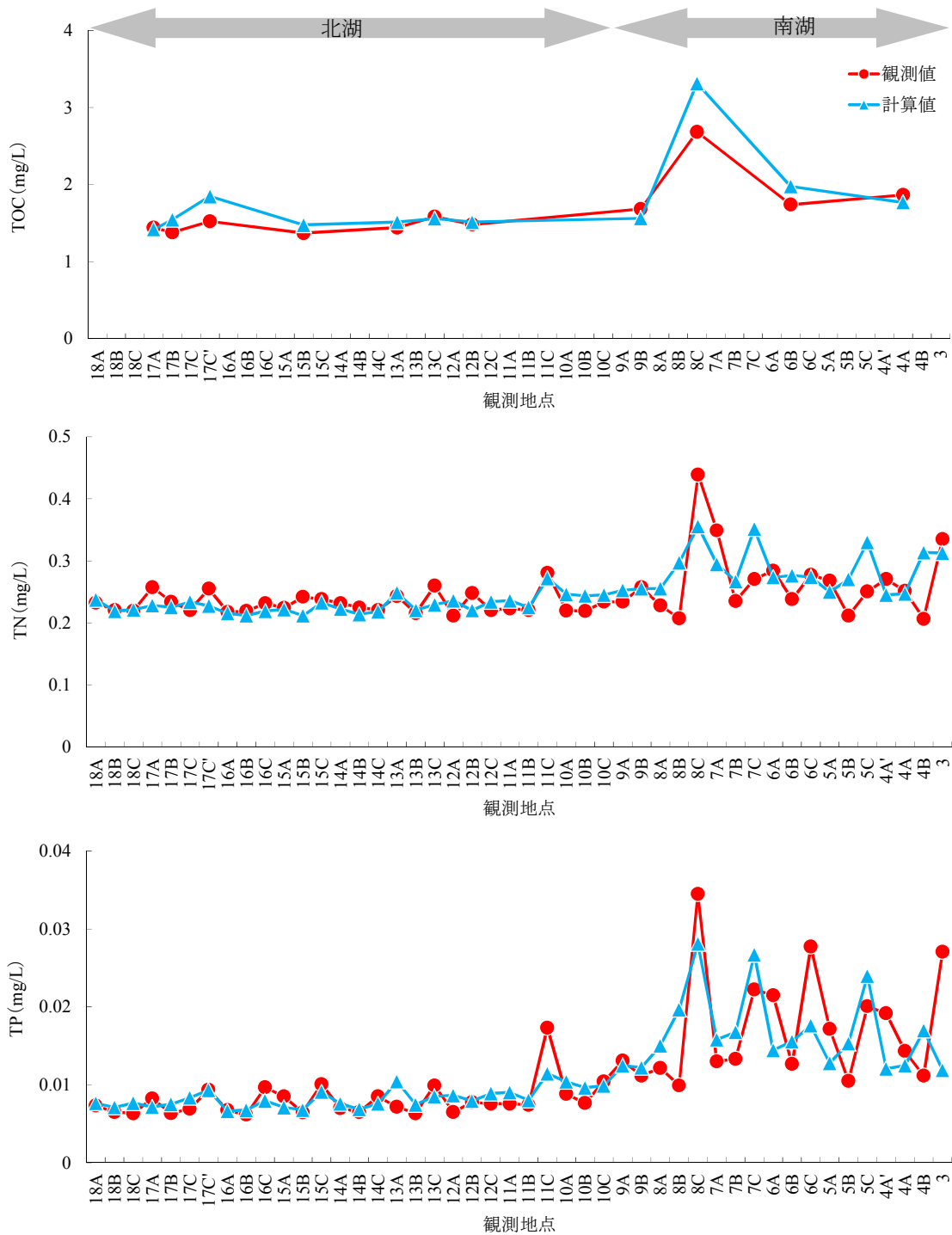


図 23 各観測地点における水質年間平均値の検証結果

2) 難分解性比率

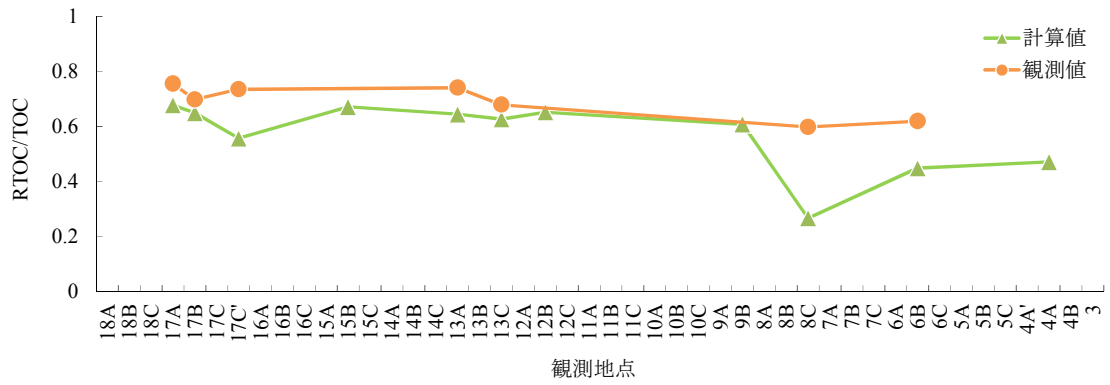


図 24 難分解性比率の検証結果 (年間平均値)

3) 水質時系列変化

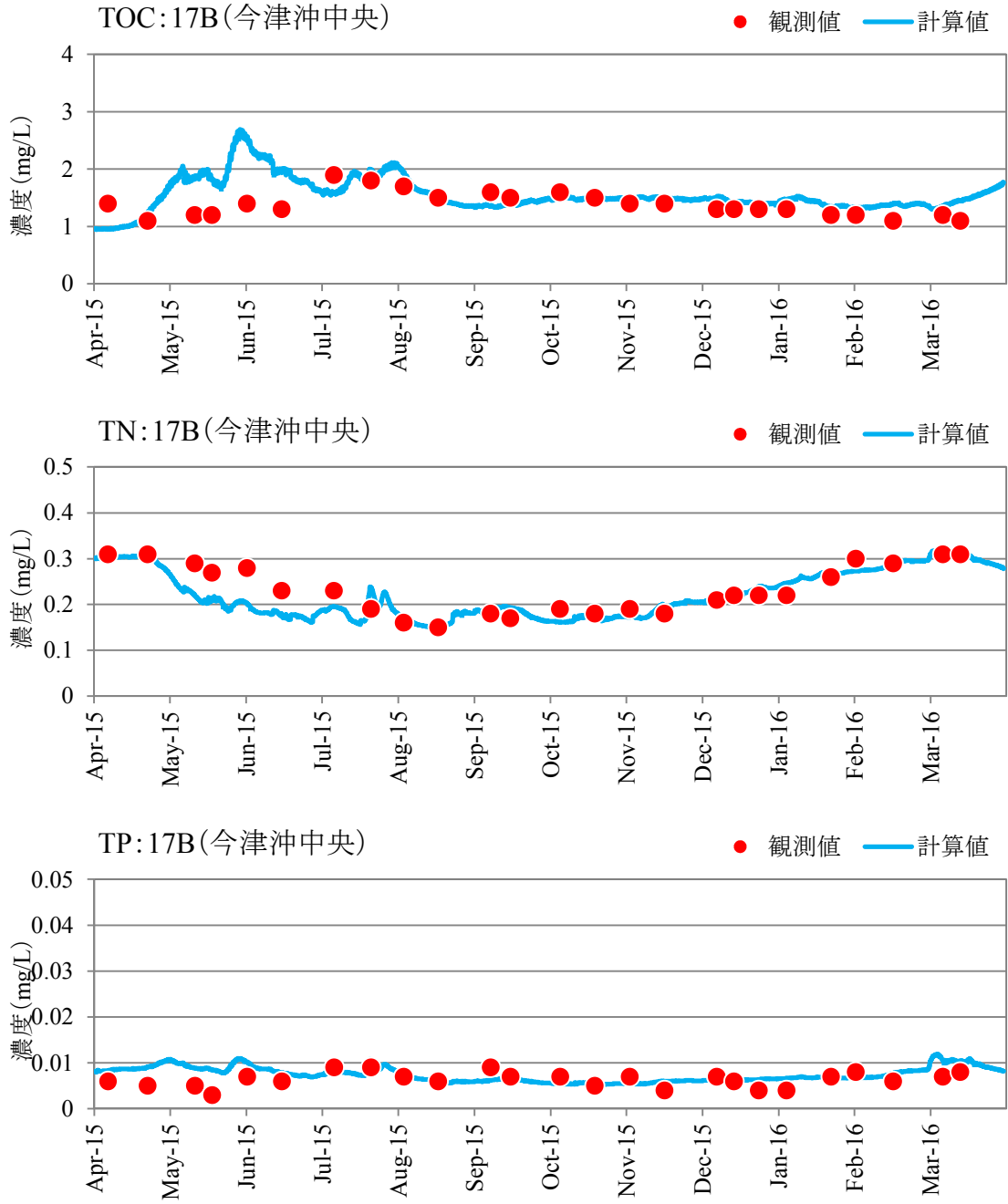


図 25 今津沖中央 (17B) における水質の時系列変化の検証結果

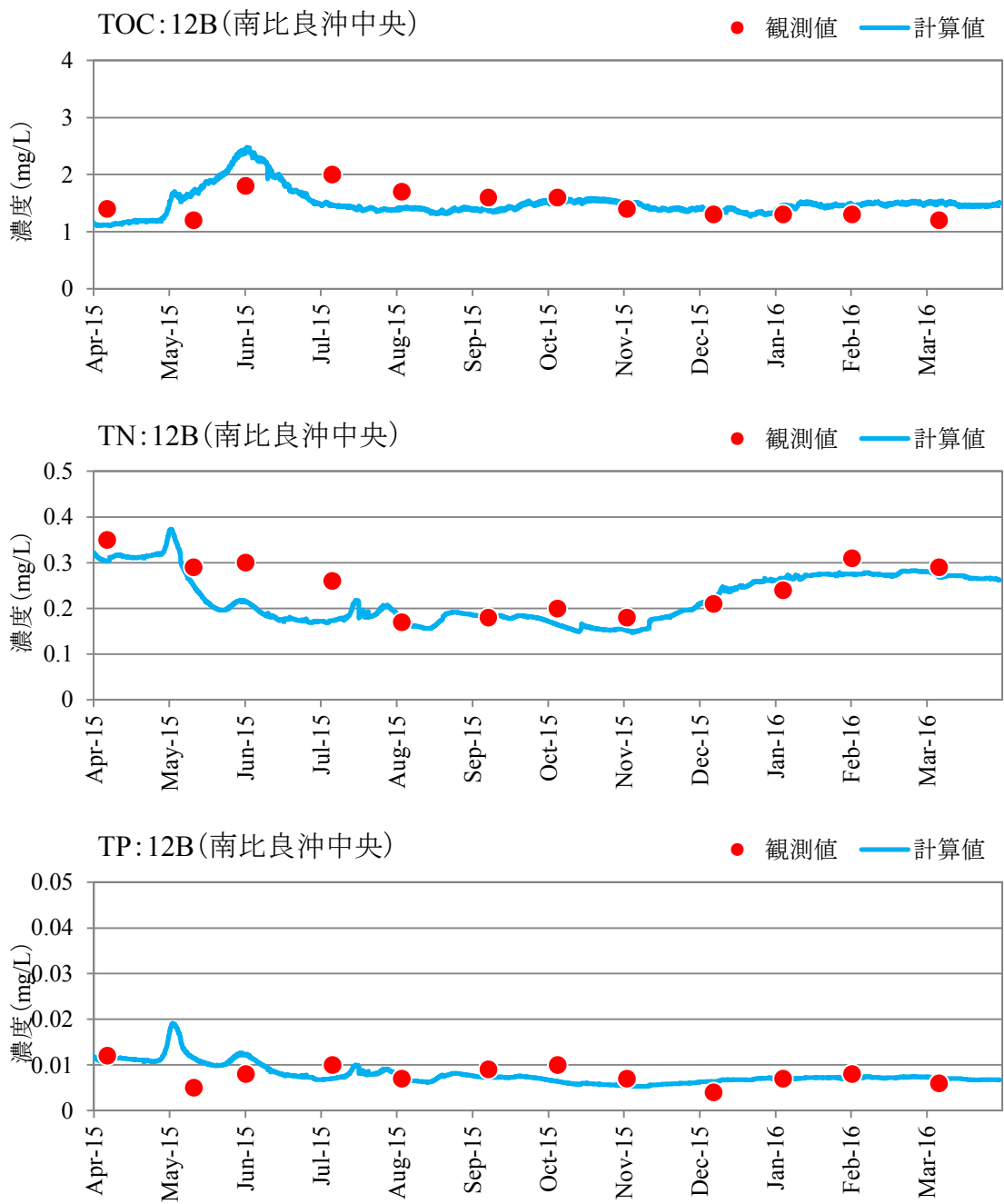


図 26 南比良沖中央 (12B) における水質の時系列変化の検証結果

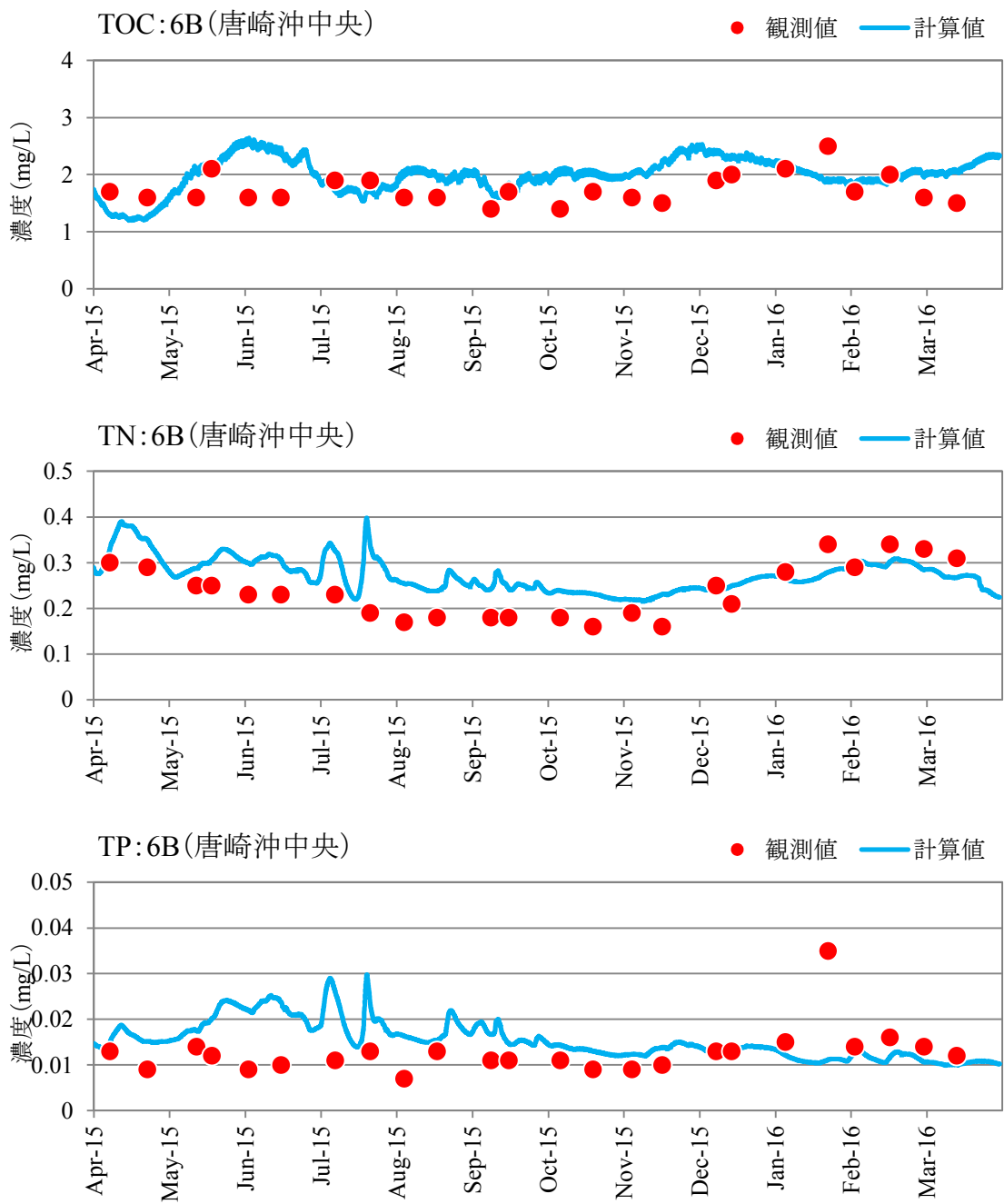


図 27 唐崎沖中央 (6B) における水質の時系列変化の検証結果

4) 有機物収支

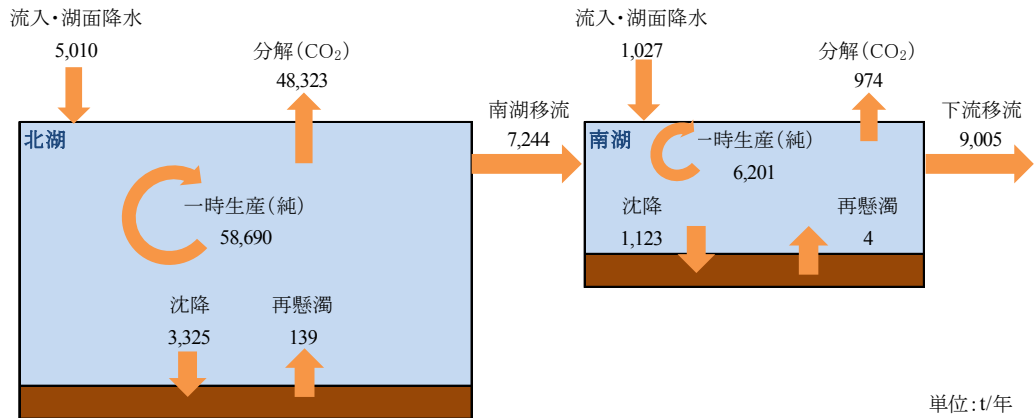
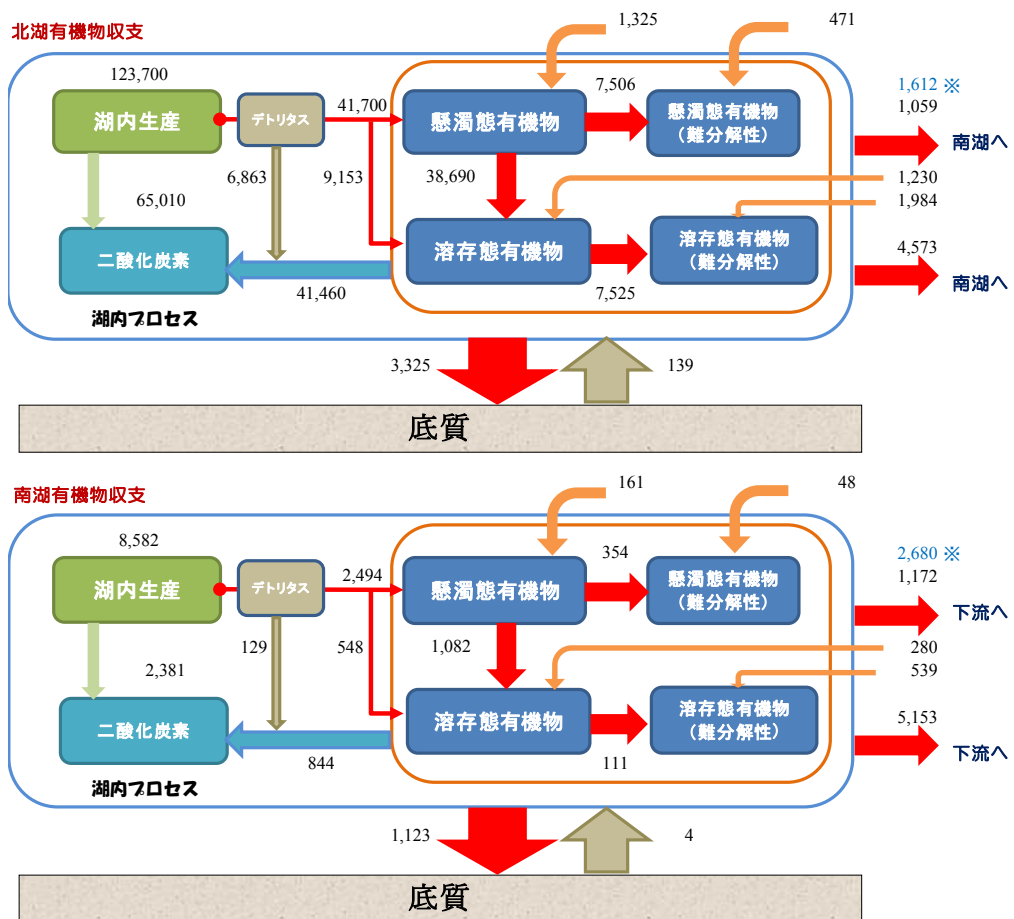


図 28 湖内有機物収支の概要 (2015年度)



※は生態系のコンパートメントで移流する量を示す。

単位: t/年

図 29 湖内有機物収支の詳細 (2015年度)

4. 将来予測シミュレーション(2020 年度)

4.1 データ整備の方法

対策シナリオの考え方について記述予定

4.2 計算条件

(1) 計算期間

2020 年度の水質予測を行うため、各モデルについて助走計算期間を含め下記の通り約 6 ヶ年の計算を行った。

陸域水物質循環モデル：2015 年 1 月 1 日から 2021 年 3 月 31 日まで

湖内流動モデル：2015 年 2 月 1 日から 2021 年 3 月 31 日まで

湖内生態系モデル：2015 年 3 月 1 日から 2021 年 3 月 31 日まで

(2) 将来予測に用いる気象条件

琵琶湖の水質は年々の気象により左右されるため、将来の気象条件の設定は水質予測の上で重要である。2020 年度に実際生じる可能性の高い水質を予測する観点からいえば、将来の気象条件はできるだけ平年値に近いものを選択することが望ましい。一方で将来の気象条件を現況年度（2015 年度）と違ったものにしてしまうと、2020 年度における水質の変化が、対策の進展によるものなのか、それとも気象が違うためなのかが不明確になる。そのため第 6 期計画では、現況年度と同じ気象が将来にわたり続くと仮定して、将来の水質予測を行っていた。

しかし第 7 期湖沼計画の現況年度である 2015 年度は、記録的な暖冬により全層循環が例年より遅れ、3 月中旬になって観測された。この気象条件が将来にわたり続くと仮定すると、暖冬が続くことで湖内水質の予測結果に大きな影響を与える可能性がある。

以上を踏まえると、将来の気象条件としては図 30 に示す 3 つの方法が考えられる。それぞれにメリットとデメリットがあるが、本計画においては予測の観点から最も自然な方法 2（過去の平年気象が将来は続く）をベースとし、「対策あり」と「対策なし」のシナリオを計算することで対策効果を見ることとする。また計画上の目標水質については、シミュレーションの予測値をそのまま採用するのではなく、現況との比較の上で検討することとする。

次ページ以降では、将来予測において使用する平年気象年度について検討を行う。

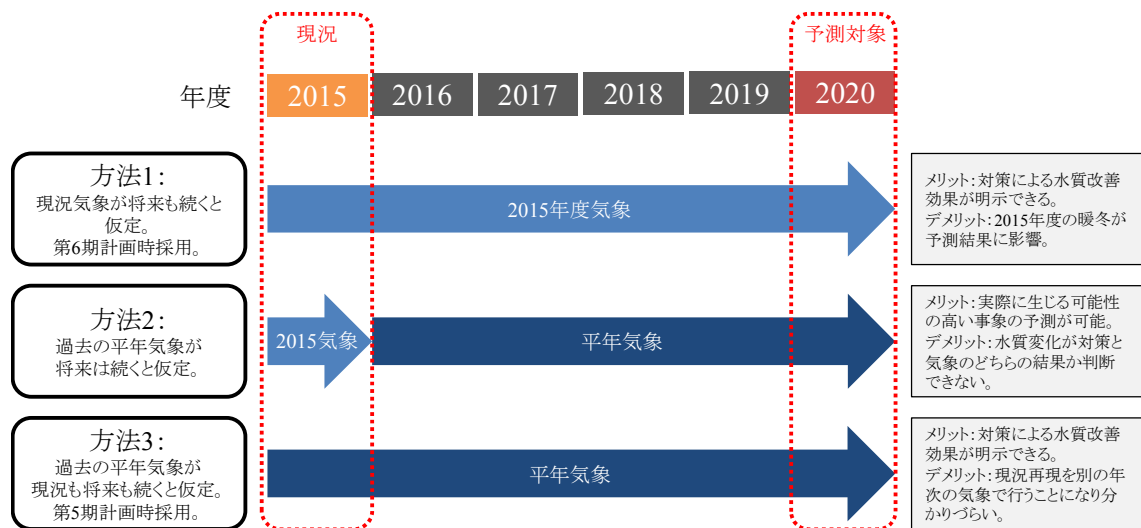


図 30 気象条件の考え方

(3) 平年気象年度の選定

1) 検討に使用する気象観測地点

平均的な気象となる年を選定するため、過去 20 年間の気象データについて整理を行った。気象庁の「彦根」気象官署を琵琶湖および流域における気象（気温、降水量、日照時間）の代表点として抽出した。ただし、積雪深については、より降雪の多い気象観測地点である「柳ヶ瀬」とした。

2) 年間値からの選定

次ページ表 3 および図 31 に、4 つの気象項目（気温、降水量、日照時間、積雪深）における年間値での比較を示す。ここでは、各年の各気象項目において、20 ヶ年平均値との差を比較した。この表より、各年において、20 ヶ年平均値に対して近似していた気象項目の数（近似数）が、4 つとなった年は 1999 年度、2000 年度、2008 年度の 3 ヶ年であった。以上より、これら 3 ヶ年度を平均気象年の候補とする。

次に、月別に気象項目を比較する。

表 3 年間値での比較

年度		彦根		彦根		彦根		柳ヶ瀬		近似数
		年平均気温		年降水量		年日照時間		年最深積雪深		
		℃	平均比	mm	平均比	時間	平均比	mm	平均比	
1996	H8	14.2	-5.7%	1,468	-7.9%	1,922	2.9%	163	43.3%	2
1997	H9	14.9	-0.9%	1,827	14.6%	1,915	2.6%	90	-20.9%	3
1998	H10	15.6	3.4%	1,721	7.9%	1,658	-11.2%	63	-44.6%	1
1999	H11	14.9	-1.0%	1,537	-3.6%	1,815	-2.8%	123	8.1%	4
2000	H12	15.1	0.5%	1,444	-9.4%	1,888	1.1%	98	-13.8%	4
2001	H13	15.2	1.0%	1,436	-9.9%	1,979	6.0%	160	40.7%	2
2002	H14	14.7	-1.9%	1,332	-16.4%	1,835	-1.7%	108	-5.1%	2
2003	H15	14.8	-1.3%	1,898	19.1%	1,663	-10.9%	38	-66.6%	0
2004	H16	15.5	3.0%	1,731	8.6%	1,897	1.6%	89	-21.8%	3
2005	H17	14.7	-2.4%	1,472	-7.6%	1,800	-3.6%	124	9.0%	3
2006	H18	15.2	1.2%	1,552	-2.7%	1,845	-1.2%	185	62.6%	2
2007	H19	14.9	-0.8%	1,560	-2.1%	1,828	-2.1%	18	-84.2%	3
2008	H20	15.2	1.0%	1,462	-8.3%	1,899	1.7%	97	-14.7%	4
2009	H21	14.9	-0.8%	1,449	-9.1%	1,745	-6.5%	47	-58.7%	2
2010	H22	15.0	-0.2%	1,769	11.0%	1,945	4.2%	136	19.6%	3
2011	H23	15.1	0.4%	1,902	19.3%	1,793	-4.0%	249	118.9%	2
2012	H24	14.9	-0.7%	1,633	2.5%	1,938	3.8%	181	59.1%	3
2013	H25	15.2	1.0%	1,492	-6.4%	2,112	13.1%	100	-12.1%	3
2014	H26	15.0	0.0%	1,563	-1.9%	1,869	0.1%	46	-59.6%	3
2015	H27	15.7	4.3%	1,633	2.4%	1,991	6.6%	160	40.7%	1
20ヶ年平均		15.0	-	1,594	-	1,867	-	114	-	
近似性の判断		±1%以内		±10%以内		±5%以内		±30%以内		

※年最深積雪深は、前年度の1～3月のデータから整理した。(前年度の1～3月の積雪状況が、当該年度の4月以降の融雪出水に影響するため)

※データ出典：気象庁HP、アメダスデータ

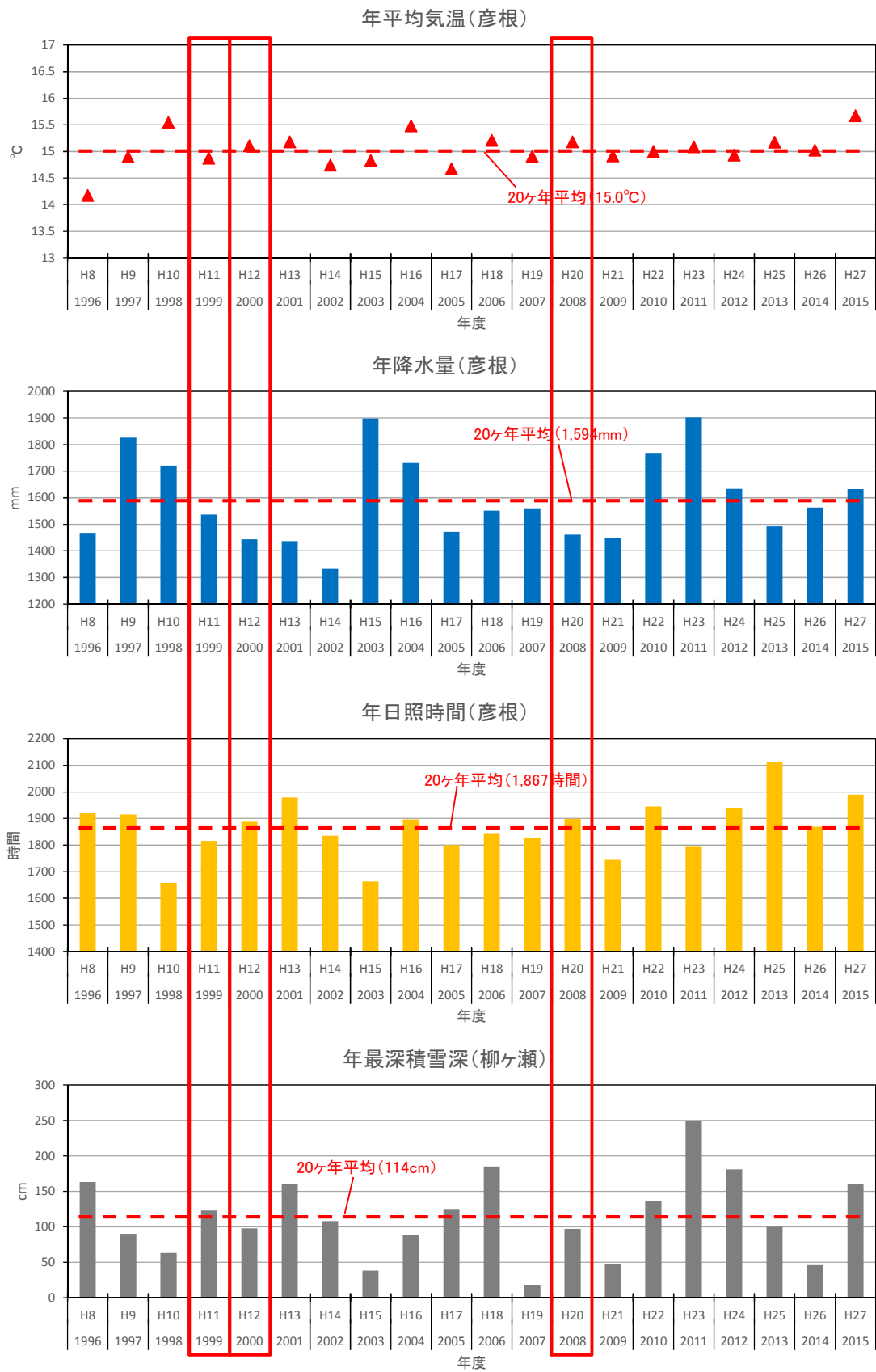


図 31 年間値 (気温、降水量、日照時間、最深積雪深) での比較

3) 月別値からの選定

次ページ以降に、4つの気象項目（気温、降水量、日照時間、積雪深）における月別値での20ヶ年平均値との比較を示す。

気温では、1999年度は寒冬であり2～3月が特に低い。降水量では、1999年度は11～12月が少なく、2000年度は7～8月が特に少ない。その他については大小あるものの、概ね平年並みであるといえる。

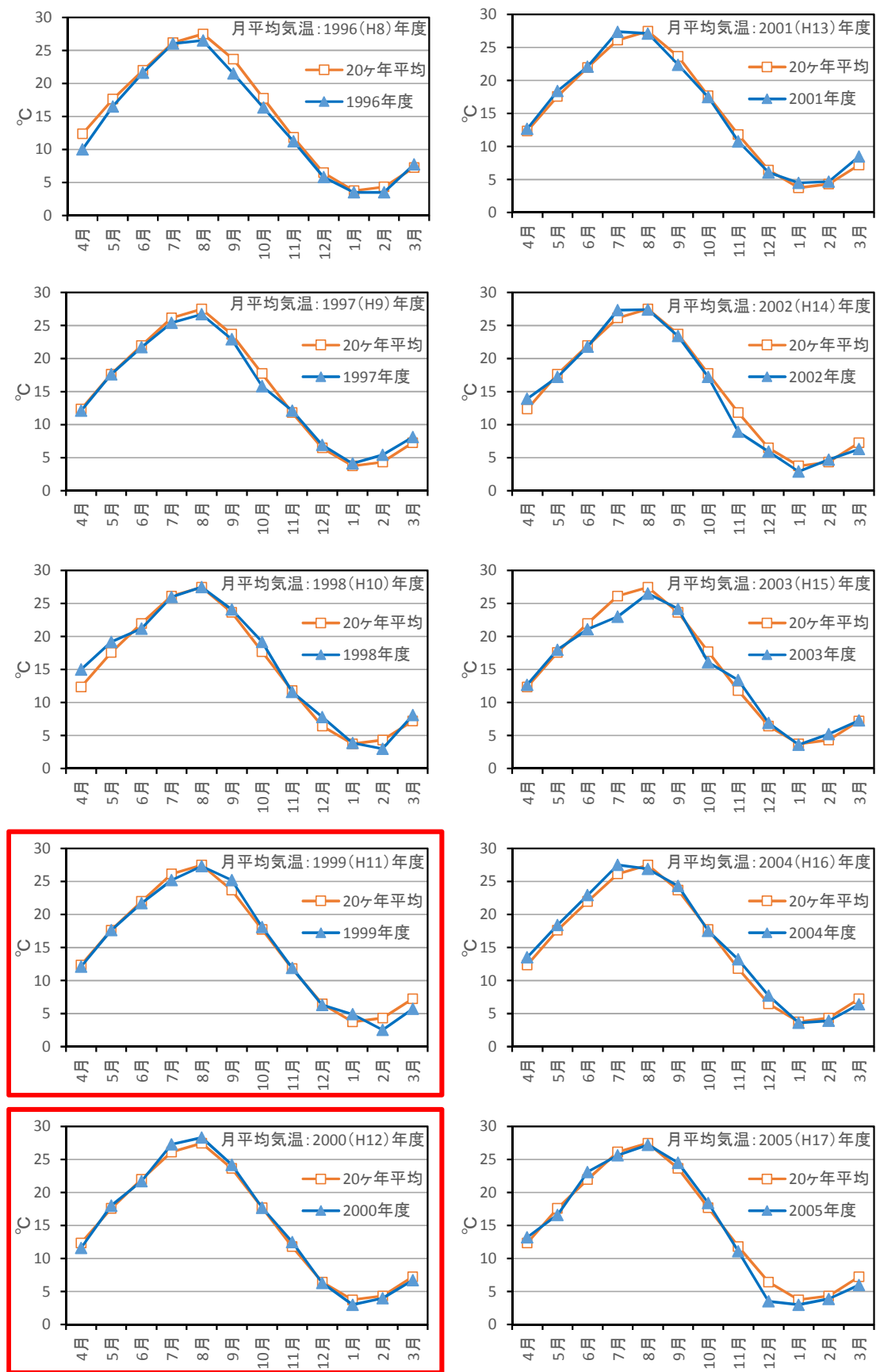


図 32 月平均気温での比較(1)

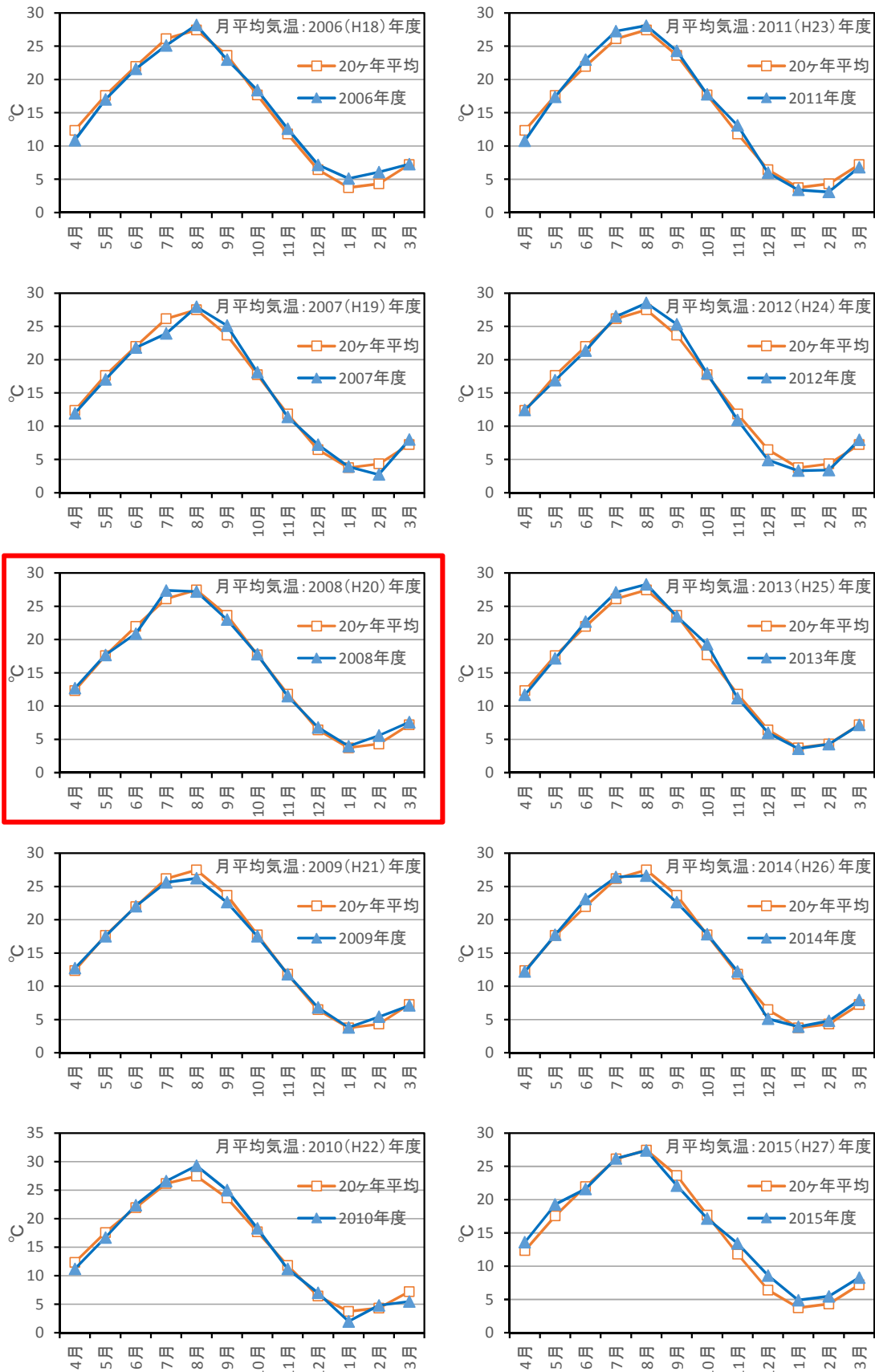


図 33 月平均気温での比較(2)

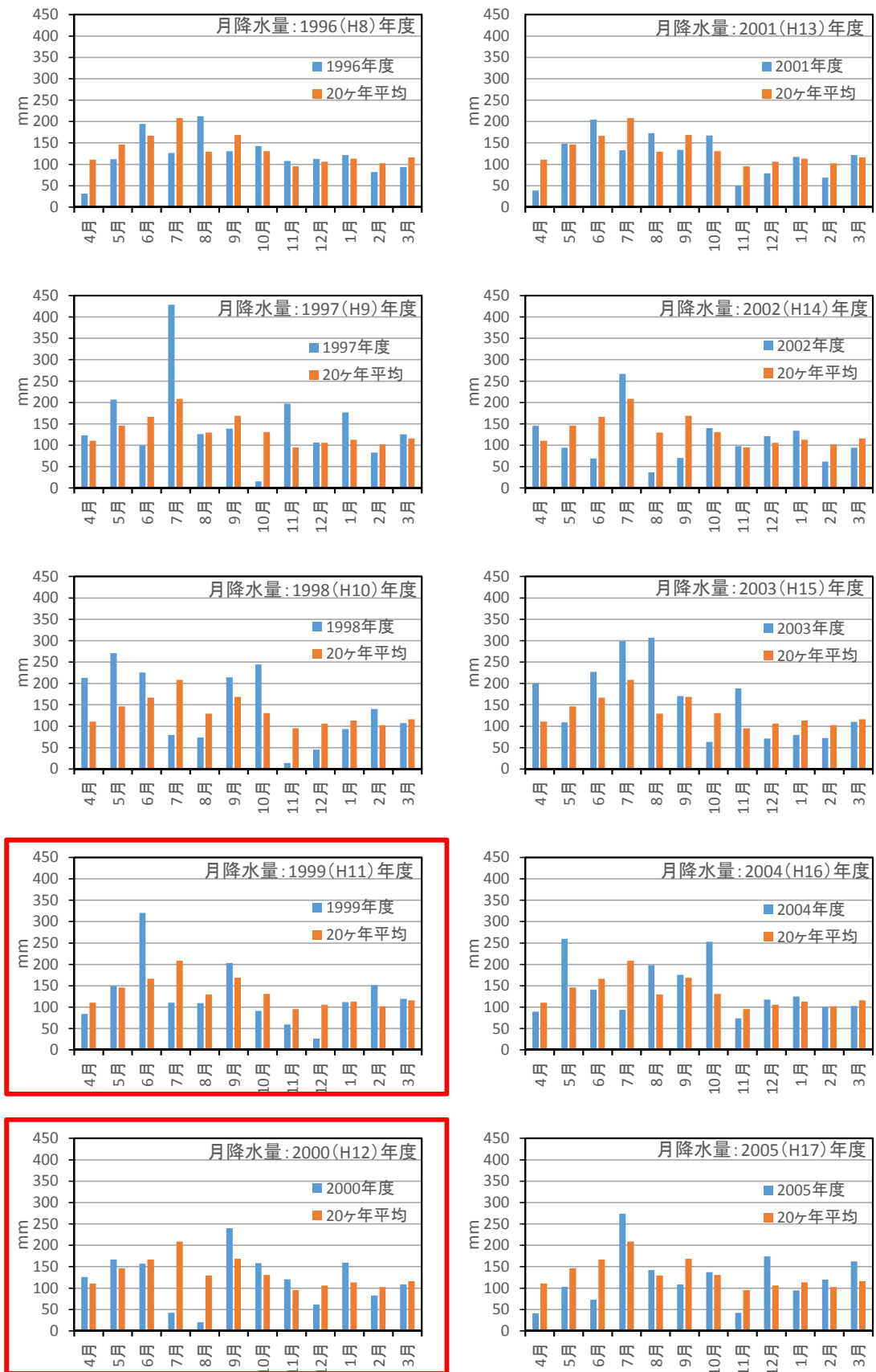


図 34 月降水量での比較(1)

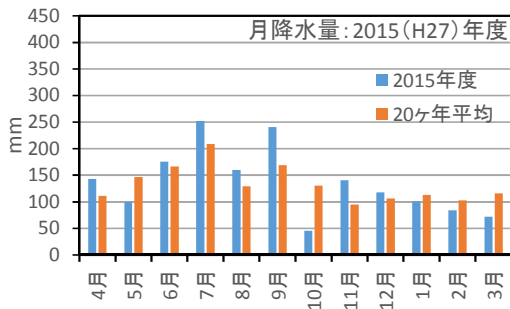
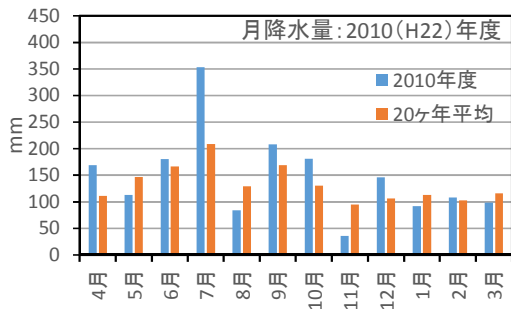
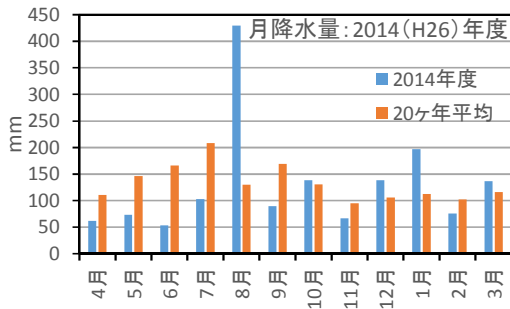
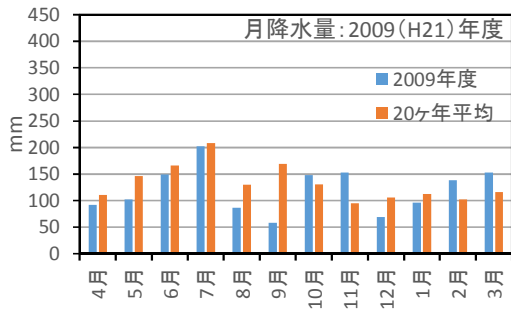
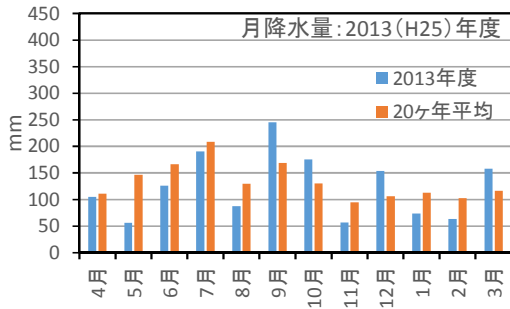
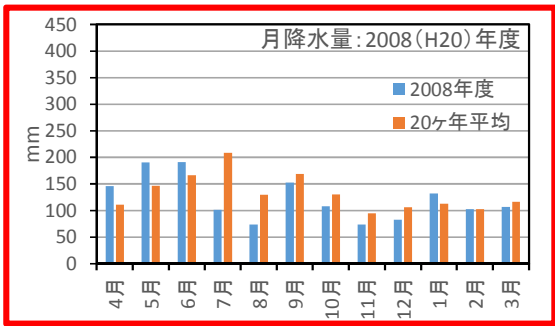
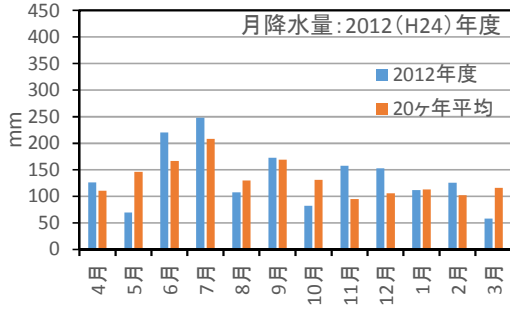
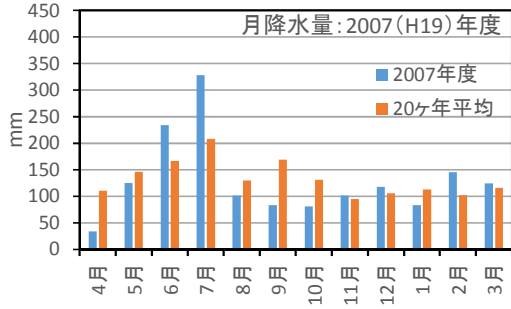
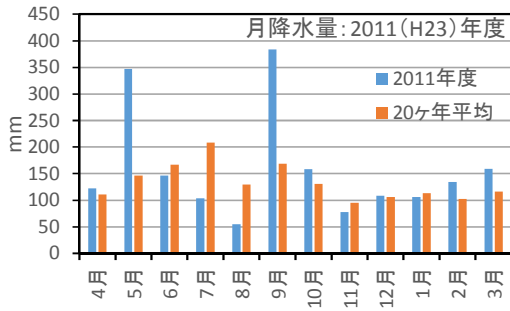
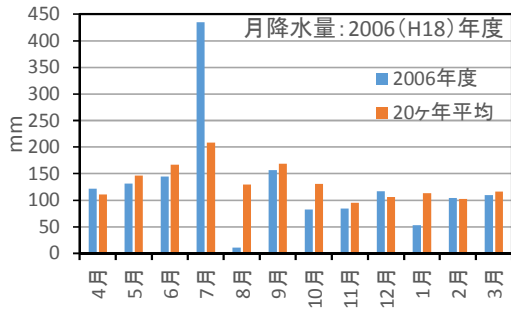


図 35 月降水量での比較(2)

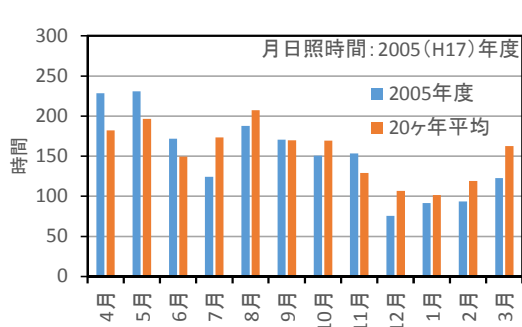
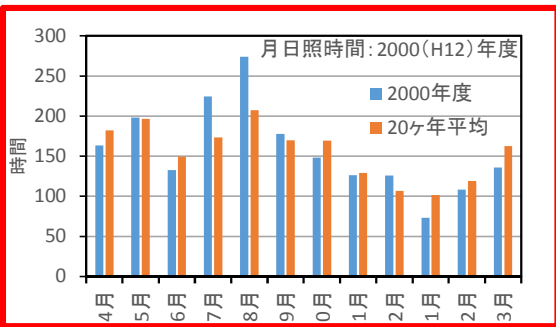
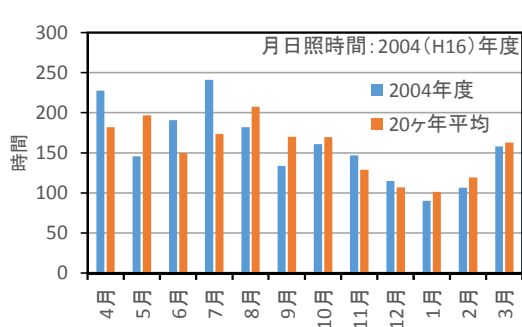
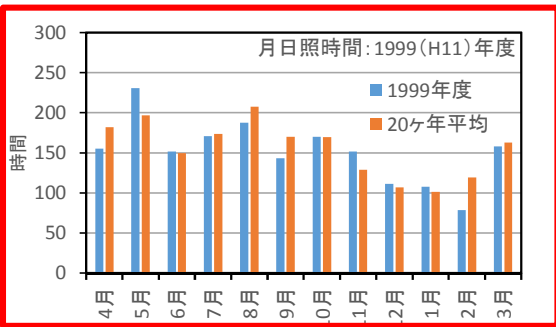
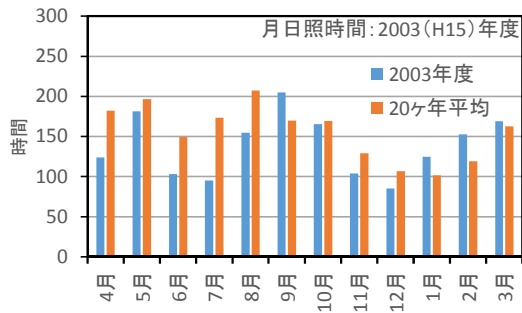
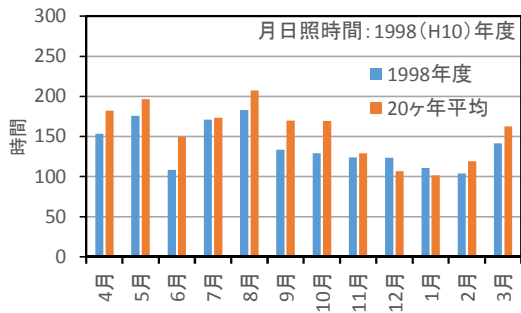
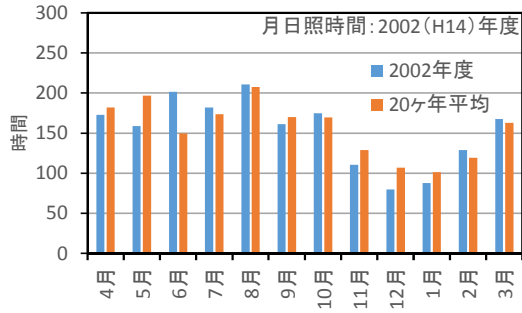
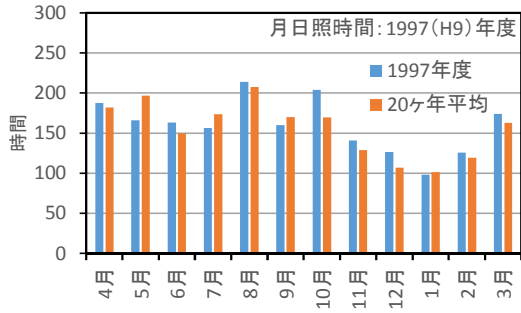
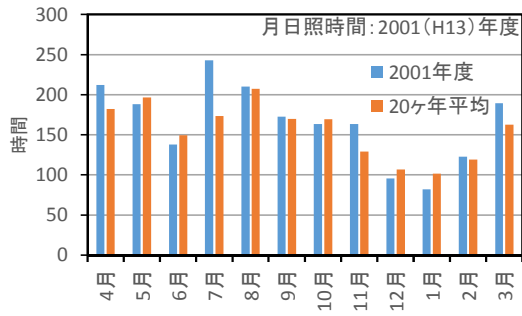
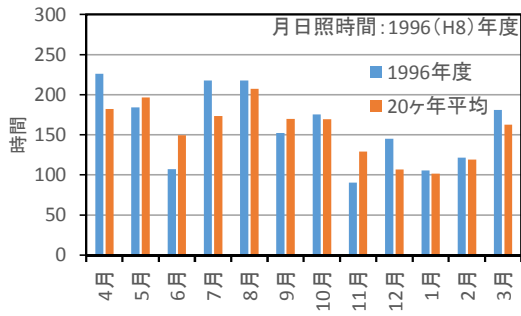


図 36 月日照時間での比較(1)

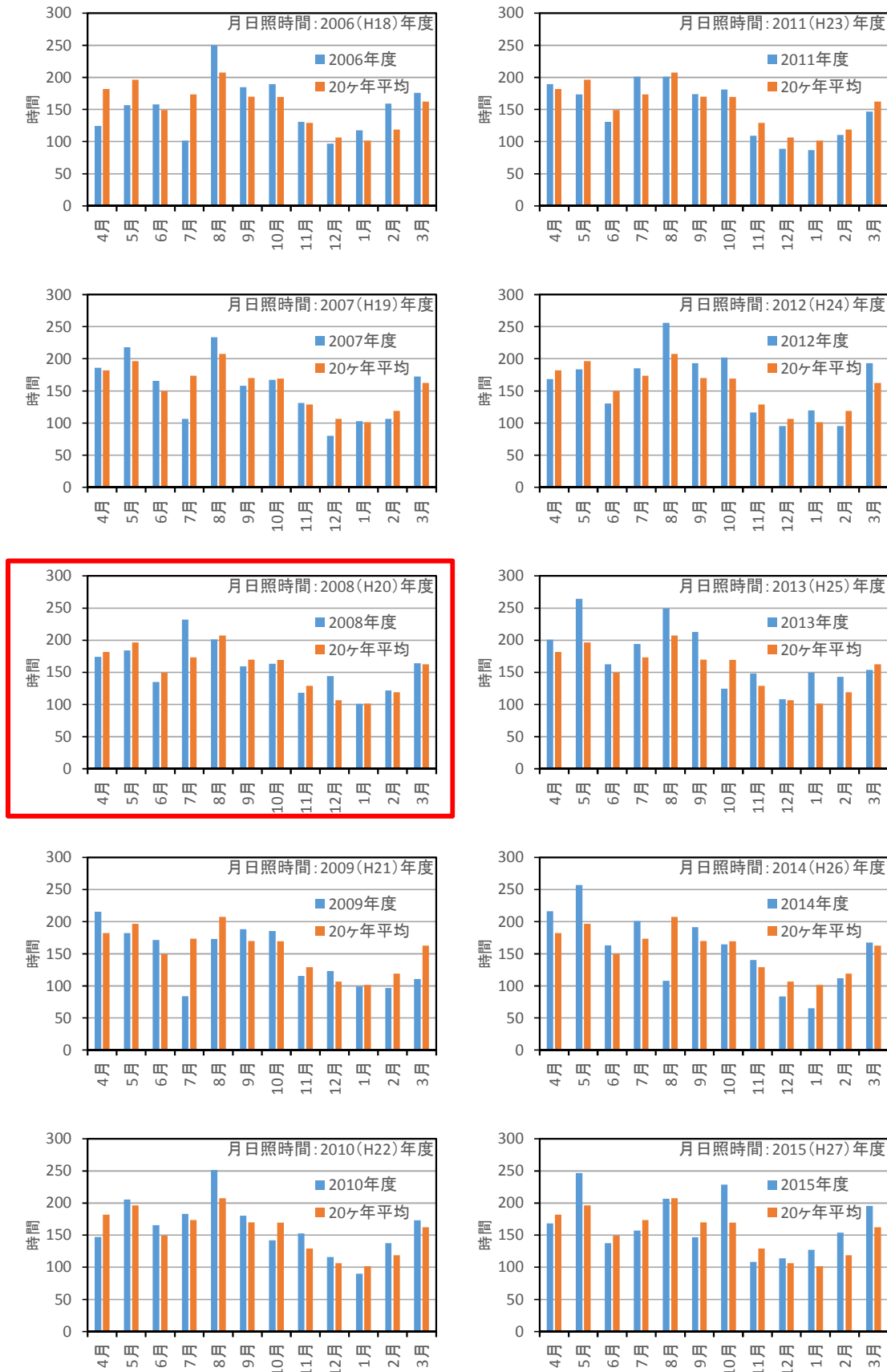


図 37 月日照時間での比較(2)

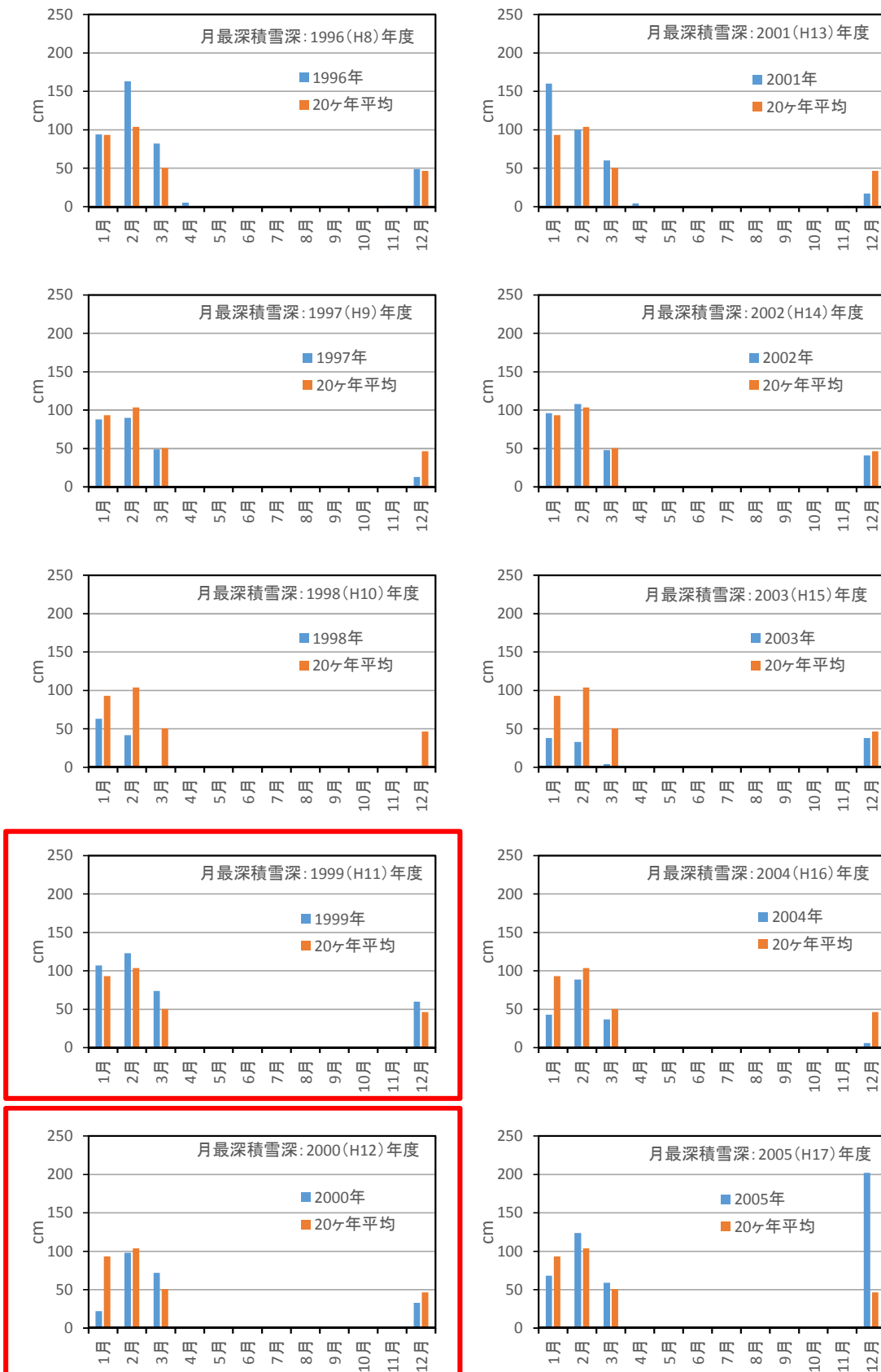


図 38 月最深積雪深での比較 (1)
 前年度 1~3 月の積雪の影響を受けるため、グラフを 1~12 月で作成

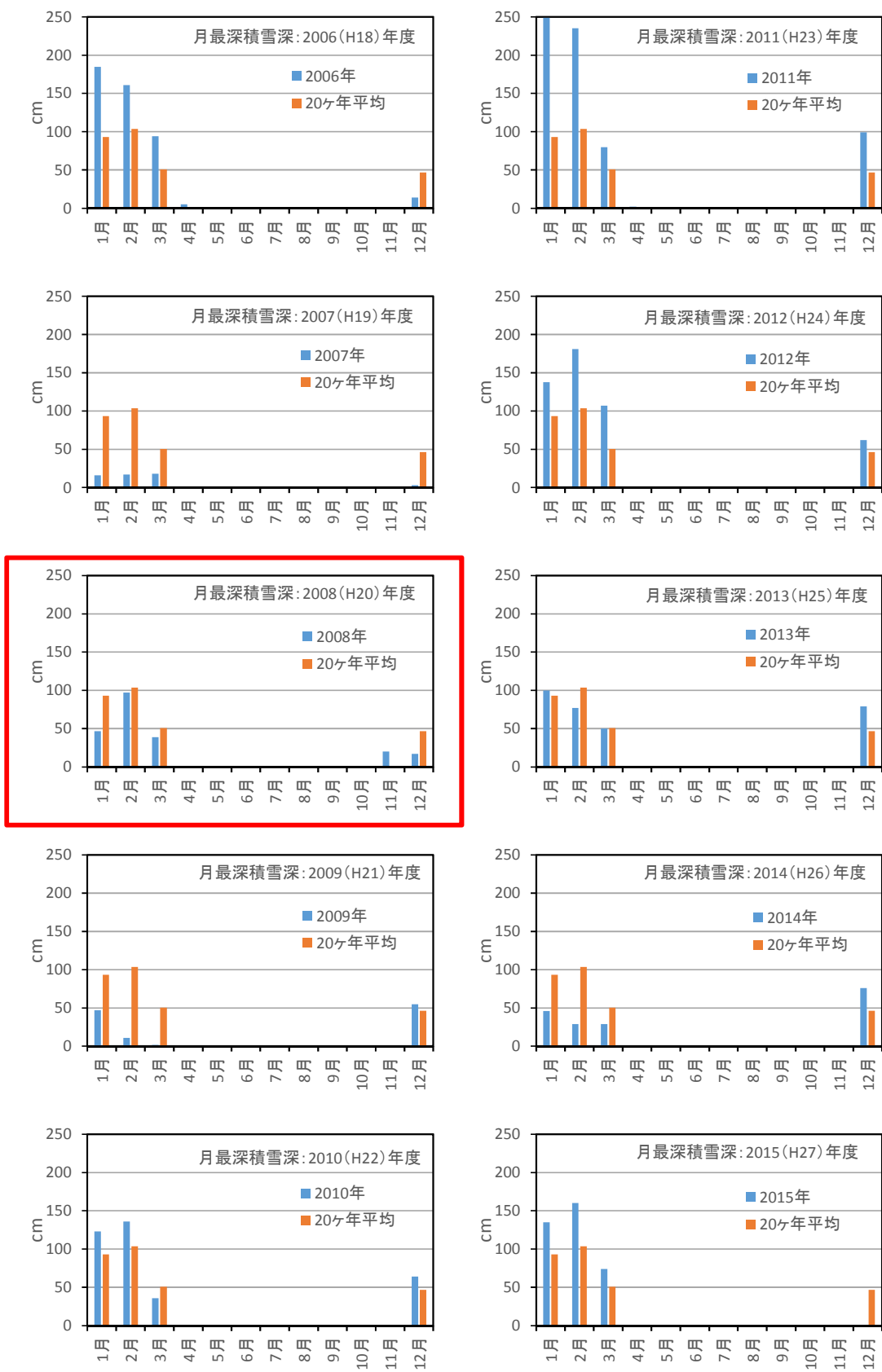


図 39 月最深積雪深での比較(2)
前年度 1~3 月の積雪の影響を受けるため、グラフを 1~12 月で作成

4) その他気象等による影響

以上で選定した 1999 年度について、ここでは琵琶湖の水質変化に影響を及ぼすと考えられる、台風（特に風）や琵琶湖の水位変動について整理した。

A. 台風

i) 台風の上陸数

年度別の台風の上陸数は、下表の通りであり、1999 年度では 2 個上陸している他、2000 年、2008 年には上陸がない。

表 4 年度別の台風上陸数

年度		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
1996	H8				1	1								2
1997	H9			2	1		1							4
1998	H10						3	1						4
1999	H11						2							2
2000	H12													0
2001	H13					1	1							2
2002	H14				2			1						3
2003	H15		1			1								2
2004	H16			2	1	3	2	2						10
2005	H17				1	1	1							3
2006	H18					1	1							2
2007	H19				1	1	1							3
2008	H20													0
2009	H21							1						1
2010	H22					1	1							2
2011	H23				1		2							3
2012	H24			1			1							2
2013	H25						2							2
2014	H26				1	1		2						4
2015	H27				2	1	1							4

※台風上陸数：台風が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合を「日本に上陸した台風」。ただし、小さい島や半島を横切って短時間で再び海に出る場合は「通過」

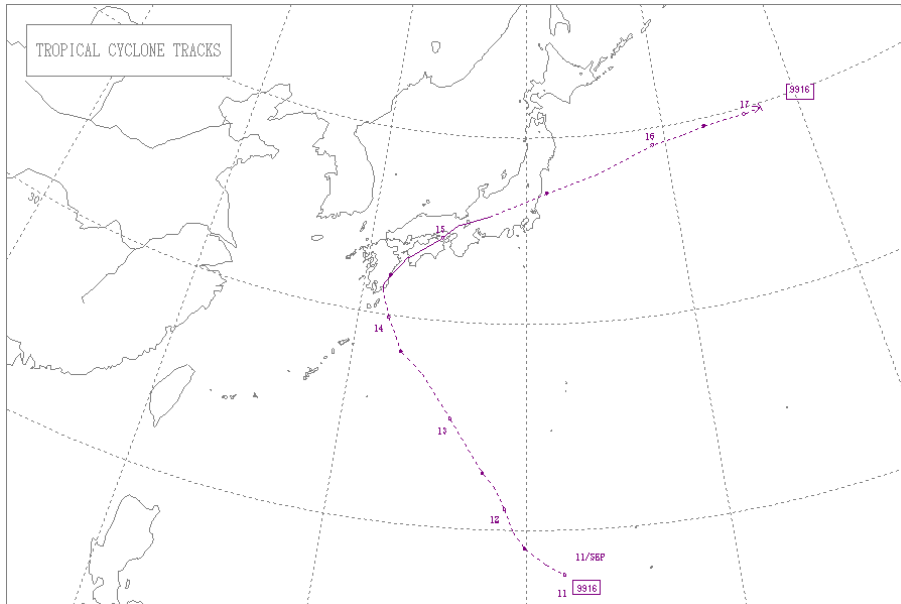
データ出典：気象庁 HP、過去の台風資料

http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/index.html

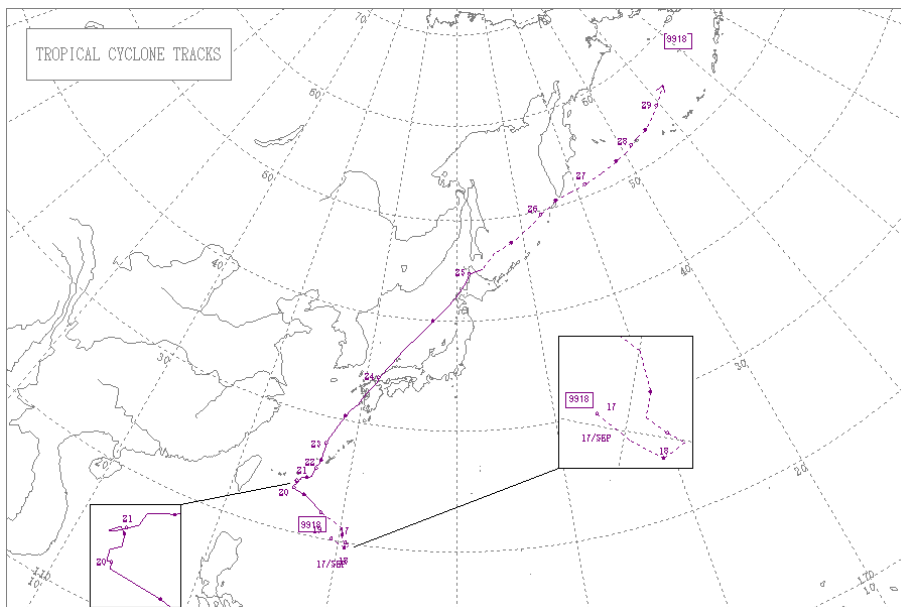
ii) 台風経路

上陸した台風の経路図を示す。1999 年度においては、2 つの台風が日本に上陸したが、そのうち台風 16 号が琵琶湖に接近していた。

1999 年 台風 16 号 (9 月 11 日～17 日)



1999 年 台風 18 号 (9 月 17 日～29 日)



出典：気象庁 HP、過去の台風資料（以降も同じ）

http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/index.html

図 40 台風経路図 (1999 年度)

B. 風（風速）

i) 風速の年統計値

下図に示すように、1999年度の風速について見ると、1999年度では瞬間最大風速で20ヶ年平均よりも大きい風速であったが、その他は平均的であった。2000年度、2008年度は全体的に大きな風速の観測されにくい年であった。

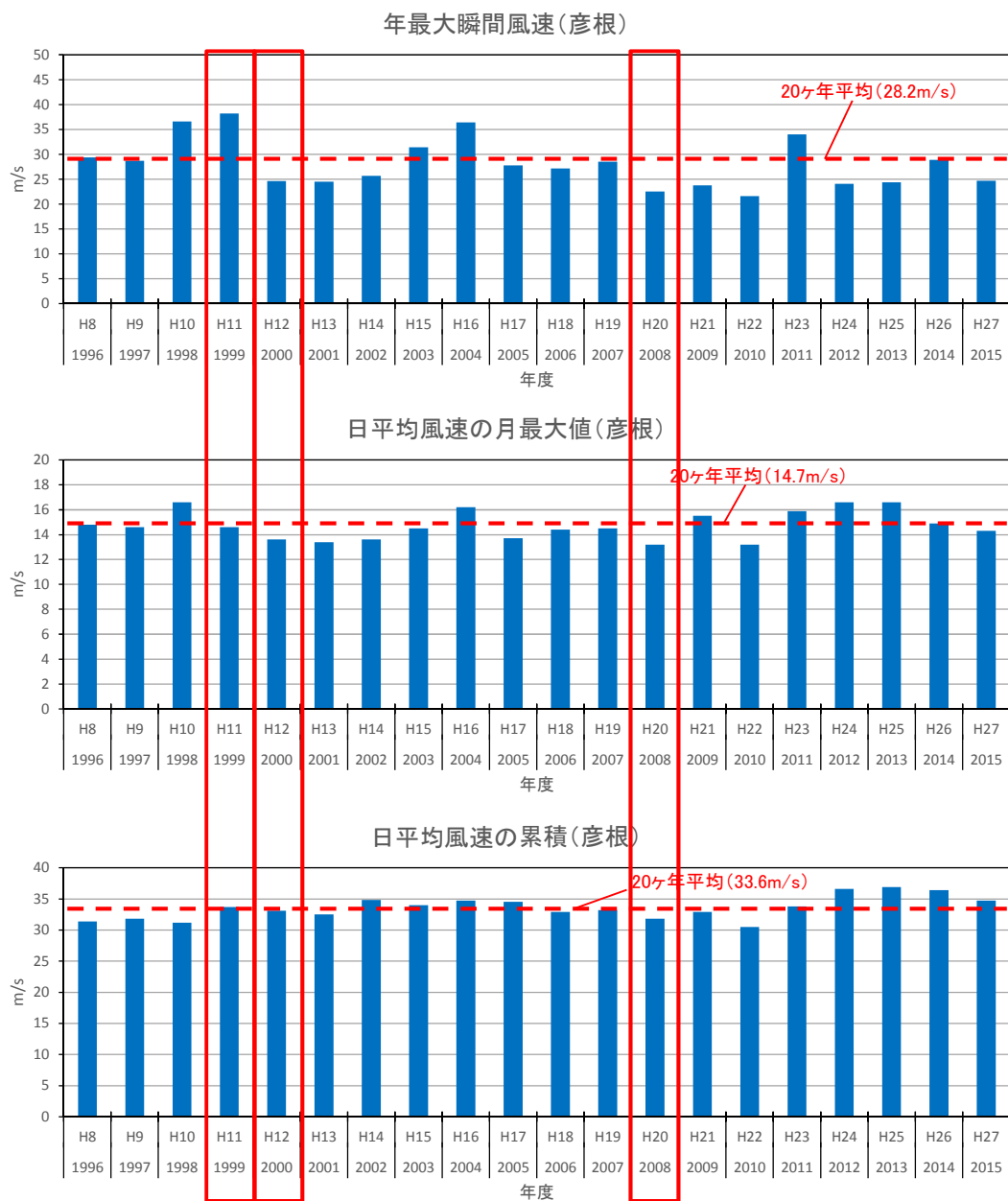


図 41 風速関連の年間値での比較

ii) 風速の月別値

次ページ以降に月別での風速を見ると、1999年5月において大きな最大瞬間風速が生じているが、その他の月では、1999年度、2000年度、2008年度のいずれにおいても20ヶ年平均値から大幅にずれる月はない。また必ずしも、台風の時期に年間における最大風速が観測されているわけではないことが分かる。

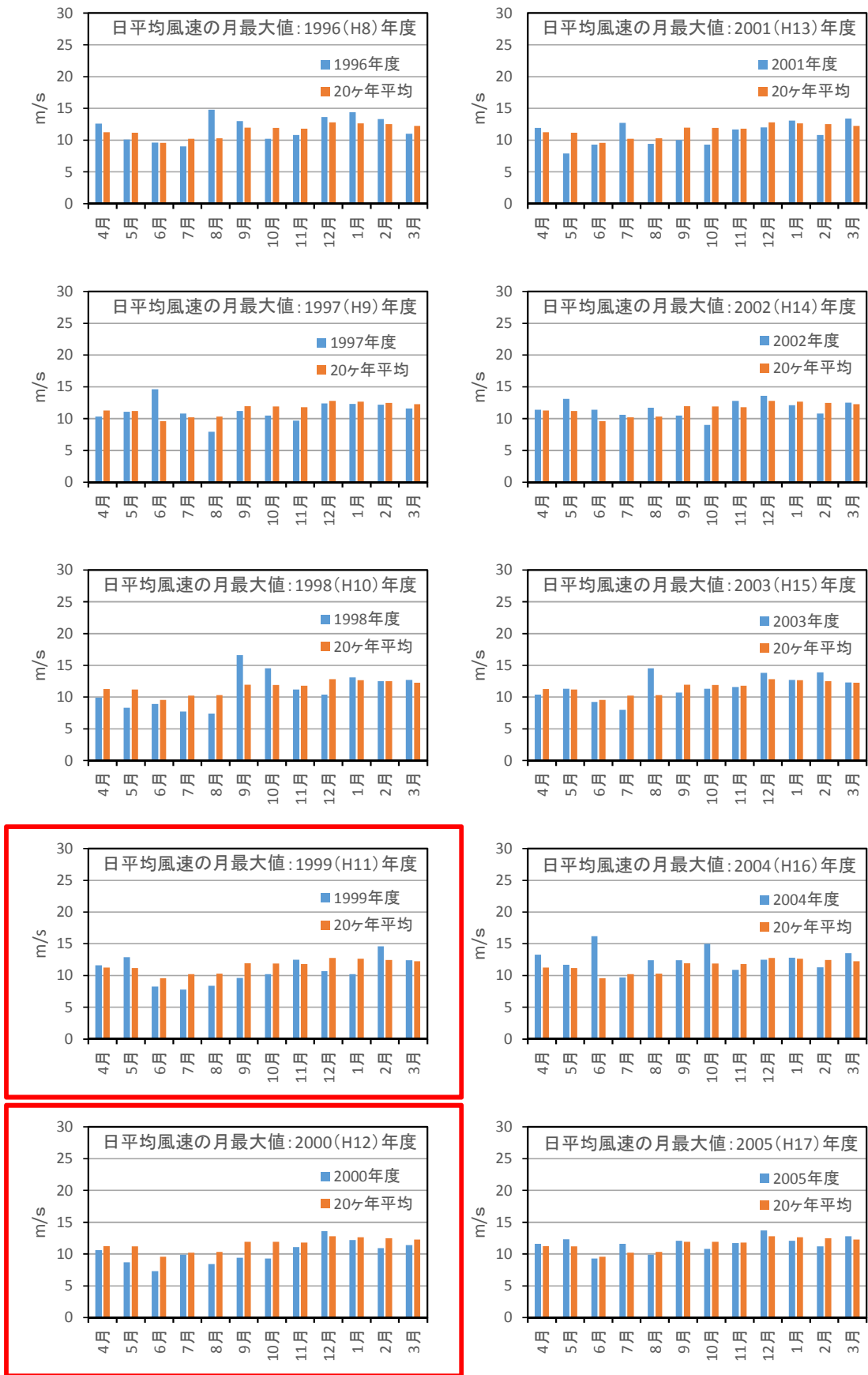


図 42 日平均風速の月最大値での比較(1)

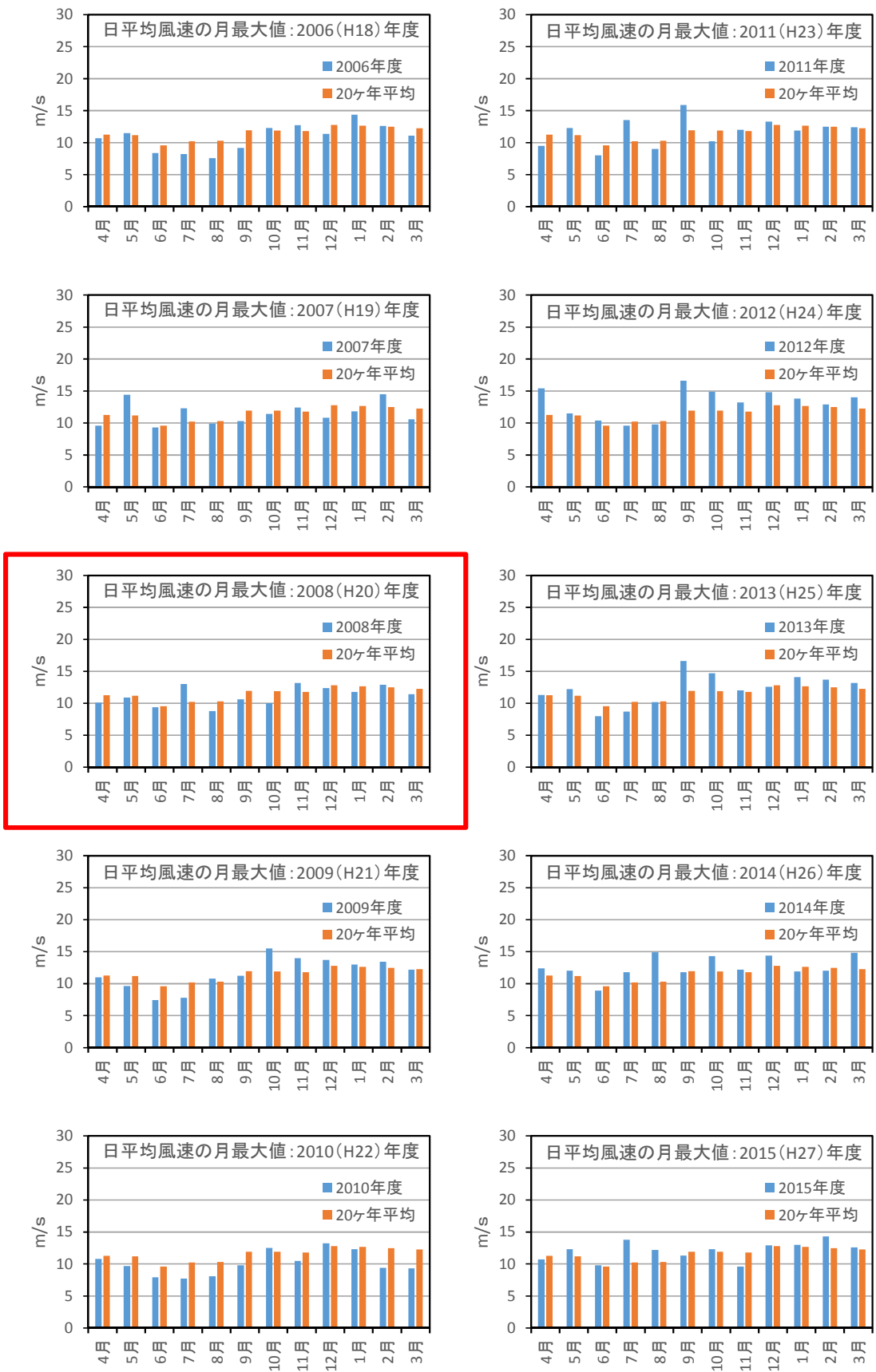


図 43 日平均風速の月最大値での比較(2)

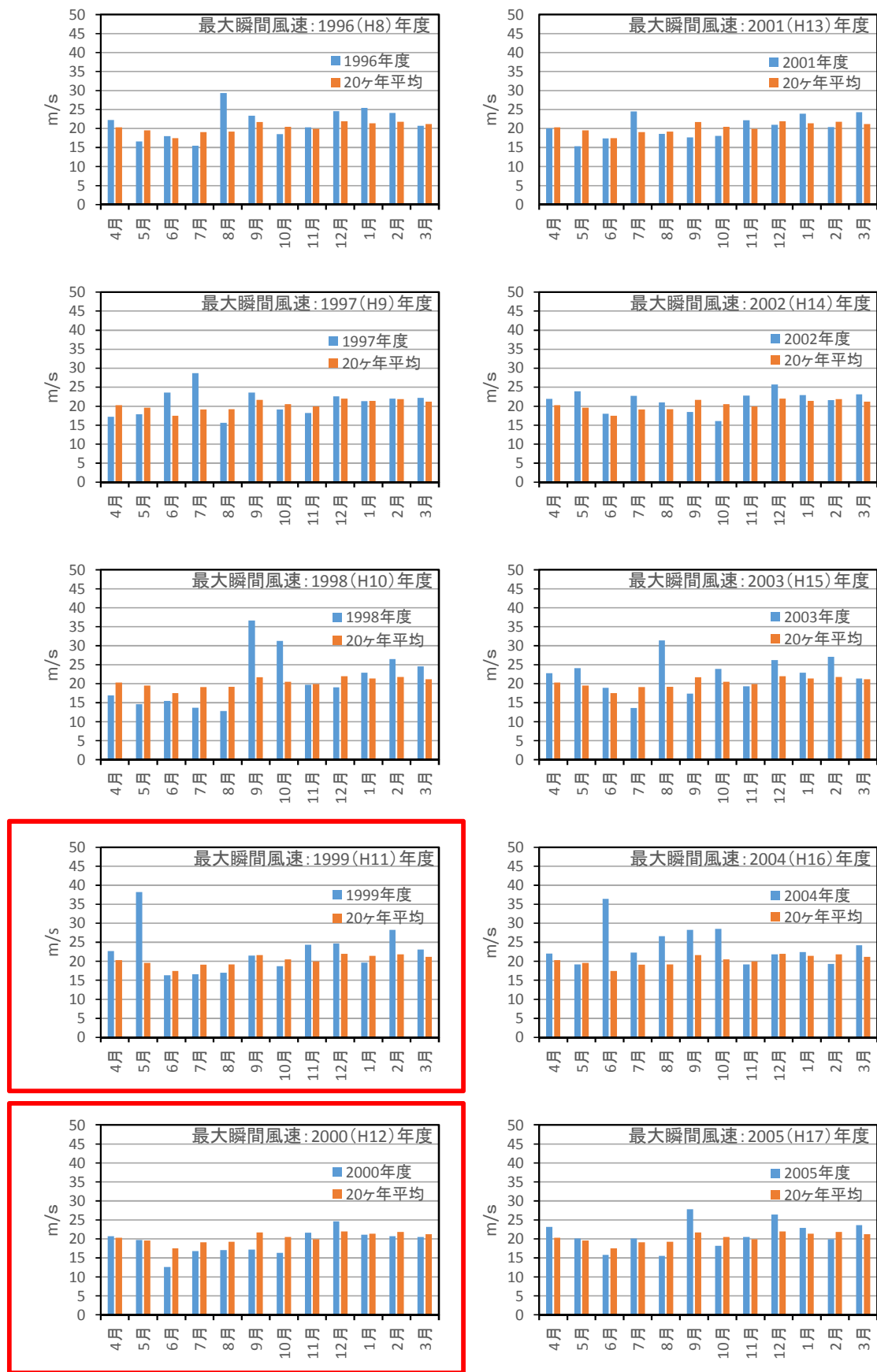


図 44 最大瞬間風速での比較

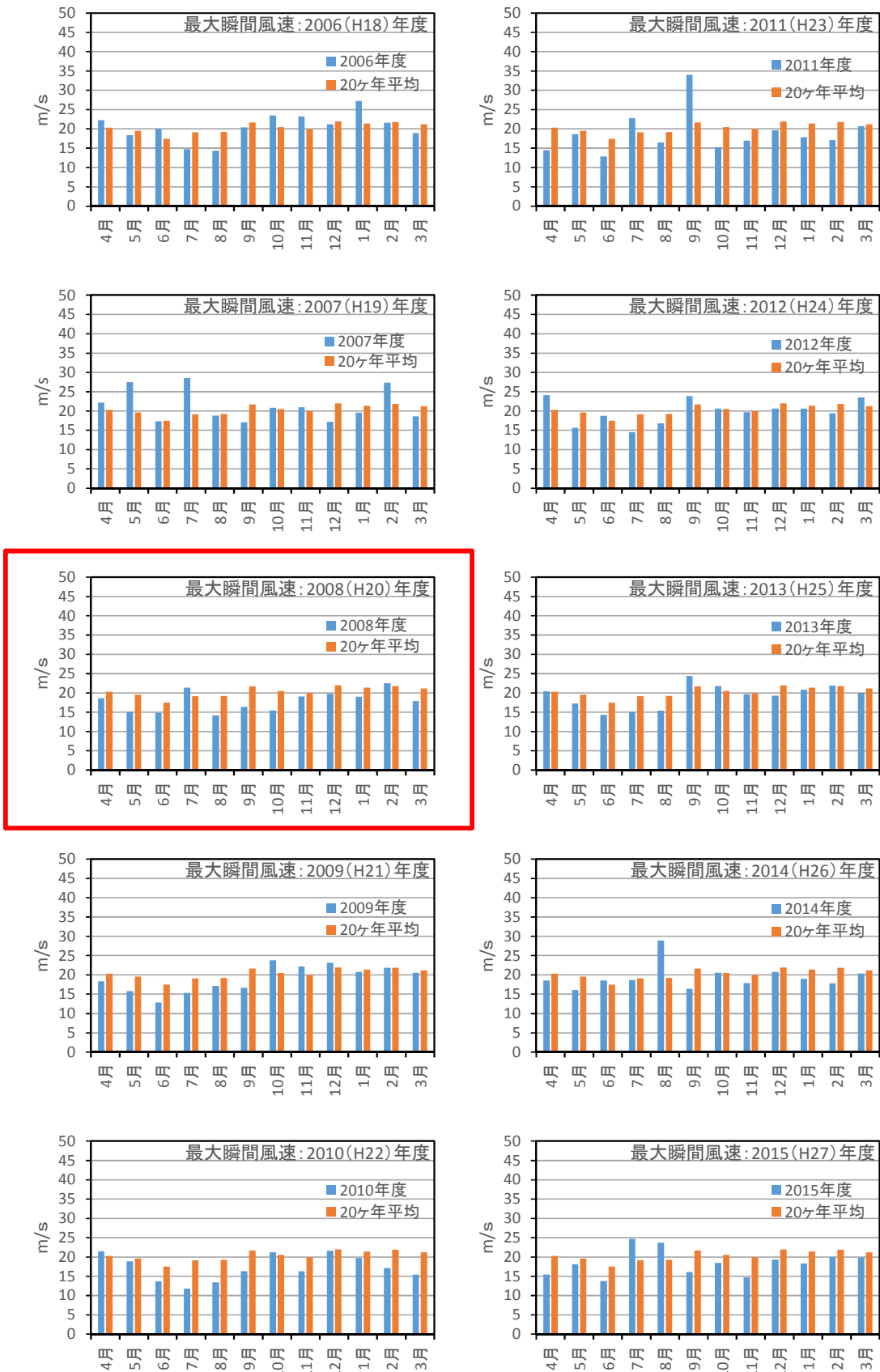


図 45 最大瞬間風速での比較

C. 湖水位

下図に琵琶湖水位の変化を示す。1999年度は12月～翌2月に、2000年度は9月に水位の大幅な低下が見られた。2008年度は比較的平年的な変化を示した。

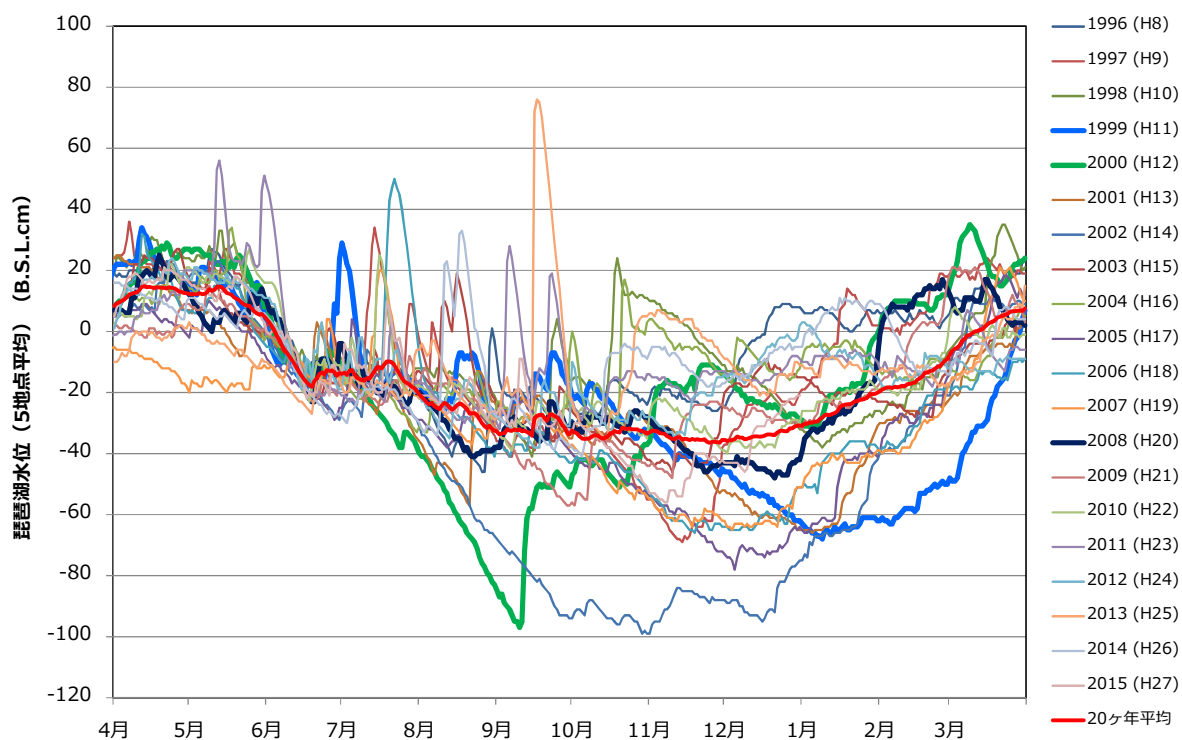


図 46 20ヶ年の琵琶湖水位の変化 (5地点平均)

5) 平年気象のまとめ

4つの気象項目（気温、降水量、日照時間、積雪深）の年間平均値でみると、1999年度、2000年度、2008年度の3ヶ年が概ね平均的な気象であると判断された。

月別にみると、気温では1999年度は2～3月が特に低く、降水量では1999年度は11～12月が少なく、2000年度は7～8月が特に少なくなる傾向があった。2000年度、2008年度には台風の上陸がなく、最大風速でみると平年値に比べてやや小さくなる傾向がみられた。水位の変化は、1999年度は12月～翌2月に、2000年度は9月に水位の大幅な低下が見られた。

以上の整理結果、およびモデルによる再現精度を踏まえ、最終的に平年気象年度を選定するものとする。

(4) 経年変化の考慮

4.1において2020年度のフレーム値等のデータを設定したが、2015年度から2020年度にかけて6ヶ年間の計算を行う場合、その間の変化についても同様に考慮する必要がある。

本予測計算では、点源負荷量、土地利用、負荷削減対策の3つについて、2015年度から2020年度までに段階的に変化するものと考え、年度ごとに異なる入力データを用いて計算することにした。なお経年変化は線形的に生じるものと仮定してデータを整備した。

4.3 計算結果

計算結果について記述予定

5. 原単位法による負荷量推計

5.1 負荷量の計算方法

(1) 処理場系

第3・4章により得られたメッシュ別処理場系負荷を用いて、琵琶湖流域内にあるメッシュ分だけを集計して処理場系負荷量を算出した。

(2) 生活系

第3・4章により得られたメッシュ別・処理形態別人口を用いて、琵琶湖流域内にあるメッシュ分だけを集計し、各処理形態の原単位をかけ、生活系負荷量を算出した。

(3) 産業系

第3・4章により得られたメッシュ別産業系負荷を用いて、琵琶湖流域内にあるメッシュ分だけを集計して産業系負荷量を算出した。ただし2005年度までの集計については、当時の事業所の存否が不明なため、従来通り観光客と畜産（豚のみ）については別途原単位法により計上した。

(4) 面源系

「国土利用計画管理運営事業に係る土地利用現況把握調査」による統計データ（市町村別）の値を基本として、その流域内分を集計した。ただし、農用地については水田と畑に分割する必要があること、また実際の耕作面積に合わせるため、各年度の農林業センサスデータの値を採用した。したがって、各土地利用区分の面積は以下のように計算される。

- ① 各年度の市町村別統計データを市町単位で集計する。同様に、各年度の農林業センサスの田・畑面積についても市町単位で集計する。
- ② 市町別の土地利用面積を以下の4区分で集計する。
 - (ア) 水田：農林業センサスの田の面積
 - (イ) 畑：農林業センサスの畑の面積
 - (ウ) 宅地道路：市町村別統計データのうち、宅地と道路を合計した値
 - (エ) 山林・他：市町別面積から上記3区分の合計面積を引く
- ③ 市町別の各土地利用面積に、流域内比率をかける（流域内比率は、2010年度メッシュ別土地利用比率から計算する）。山林・他については、市町別の流域内合計面積から他の3区分の流域内面積を引く。

このようにして算出した各土地利用面積に、それぞれの原単位をかけて負荷量を算出した。

(5) 湖面降水

降水負荷量（降水量×降水水質）に湖面積をかけて算出した。

(6) 負荷削減対策

表 2 に示した負荷削減量を、計算された各発生源からの負荷量から差し引いた。なお負荷削減対策は 2005 年度より集計し、また環境こだわり農業は農地系、その他は面源系の負荷量に比例して差し引くこととした。

5.2 原単位の計算

原単位の値は概ね第 6 期計画時と同様であるが、TOC や難分解性有機物についてはその後の調査も踏まえ一部データを修正したので、その根拠を示す。また従来の COD・TN・TP の原単位についても合わせて示す。

(1) 処理場系

処理場系（下水処理場、し尿処理場、農業集落排水施設）の負荷は実績を積み上げることで計算するが、COD/TOC と難分解性有機物比率（RTOC/TOC）については下記の通り設定した。

下水処理場：流域下水道のうち 3 施設については平成 20 年度に滋賀県が調査した各処理場の結果から設定した。その他流域・公共下水道については、上記施設の平均値を採用した。

し尿処理場：3 施設については平成 19 年度に滋賀県が調査した各処理場の結果から設定した。その他のし尿処理場については、上記 3 施設の平均値を採用した。

農業集落排水施設：規模やタイプの異なる県内の 5 施設について、平成 20 年度に滋賀県が調査した各処理場の結果の平均値を採用した。

設定した各処理施設の値を表 5 に示す。

表 5 処理場系の COD/TOC と難分解性有機物比率

項目	No. 処理場名	COD/TOC	RTOC/TOC
下水処理場	1 湖南中部浄化センター	1.41	0.75
	2 湖西浄化センター	1.44	0.72
	3 東北部浄化センター	1.46	0.73
	4 高島浄化センター	1.46	0.69
	5 公共・大津水再生センター	1.44	0.72
	6 特環・沖島浄化センター	1.44	0.72
	7 公共・土山オー・デュ・ブルー	1.44	0.72
	8 特環・朽木浄化センター	1.44	0.72
	9 特環・南小松浄化センター	1.44	0.72
	10 公共・信楽水再生センター	1.44	0.72
し尿処理場	1 大津市北部衛生プラント	1.23	0.78
	2 大津市南部衛生プラント	1.23	0.78
	3 大津市志賀衛生プラント	1.23	0.78
	4 湖南広域行政組合環境衛生センター	1.23	0.78
	5 甲賀広域行政組合衛生センター第1施設	1.67	1.00
	6 八日市布引ライブ組合衛生センター	1.00	0.59
	7 近江八幡市立第1クリーンセンター	1.23	0.78
	8 彦根市衛生処理場	1.23	0.78
	9 湖北広域行政事務センター第1プラント	1.23	0.78
	10 伊香郡衛生プラント組合	1.23	0.78
	11 高島市衛生センター	1.23	0.78
	12 湖東広域衛生管理組合豊楠苑	1.02	0.74
農業集落排水処理施設		1.38	0.62