

# 宮崎海岸侵食対策検討委員会第1回技術分科会 技術検討資料（閲覧資料）

この資料は、高度に専門的で大部（大量）な資料であり、検討途中あるいは今後新たな情報や検討結果等によって変更の可能性がある情報を含む資料であるため、非配布としています。

なお、宮崎河川国道事務所海岸課または宮崎海岸出張所にて閲覧は可能です。

平成21年1月29日

国土交通省九州地方整備局宮崎河川国道事務所

## 宮崎海岸における地形変化シミュレーションの検討状況

- ・宮崎海岸シミュレーション条件の推移
- ・今後の地形変化予測に用いる等深線変化モデルの検討状況（中間報告）

平成21年1月29日

国土交通省・宮崎県

宮崎海岸における地形変化シミュレーションの検討推移

	第1回 H16. 2. 4	第2回 H16. 8. 6	第3回 H17. 3. 29	第4回 H18. 3. 29	第5回 H18. 9. 1	第6回 H19. 3. 16	平成19年度検討 (直轄化要望)	海中部および底質粒径の分級を考慮した地形変化の予測が可能な新たなシミュレーションモデルの構築	現在構築中のモデル (今後の侵食対策検討で用いるモデル)
新規入手データ			宮崎港港湾区域の地形データ(1974年-)		沖合いの地形変化、底質調査(顕著な沖合い流出は無いと推定)		HL9基→7基へ (追加検討結果)		
地形変化モデル		汀線変化モデル	汀線変化モデル 小笹・Bramptonの式に海浜流の効果を考慮						粒径を考慮した等深線変化モデル (代表4粒径) 小笹・Brampton項の付加は無し、海浜流の効果を考慮
計算領域		一ツ瀬川北部～宮崎港 (沿岸方向)							川南漁港～宮崎港 (沿岸方向29, 400m)
境界条件		一ツ瀬川導流堤を通過する沿岸土砂なし 沖側境界流出土砂あり(25万m <sup>3</sup> /年)	一ツ瀬川導流堤を通過する沿岸土砂なし 沖側境界流出土砂あり(12万m <sup>3</sup> /年)			一ツ瀬川導流堤を通過する沿岸土砂なし 沖側境界流出土砂なし			左右両端境界で土砂の流出入なし 沖側境界流出土砂なし
波浪条件		宮崎港ナウファスデータ(1992～2002年度) エネルギー平衡方程式により、主要6方向(NE～SSE)の波浪について砕波点沖での波高・波向を算出。 月ごと、波向ごとの波浪エネルギーと等しくなる頻度で作用させる。							
流入土砂の条件			宮崎港への堆砂20万m <sup>3</sup> /年を再現するために波向を補正(原始海岸の再現計算を実施)						
沿岸漂砂量分布		台形型分布							一ツ瀬川：0.5万m <sup>3</sup> /年 小丸川：4.9万m <sup>3</sup> /年
その他の条件			宮崎港に向かう卓越海浜流の影響をモデル化						宇多・河野の関数
課題		・一ツ瀬川河口での沿岸漂砂遮断のメカニズムが不明。 ・北向きの沿岸漂砂が卓越している。 ・港湾への土砂移動量が再現されていない。	・一ツ瀬川河口での沿岸漂砂遮断のメカニズムが不明。						一ツ瀬川河口の波向を補正
				将来予測計算による対策工の評価					・一ツ瀬川河口周辺の処理(土砂移動メカニズムが未解明) ・大炊田海岸の侵食の再現性(侵食量が過小評価)

# 今後の地形変化予測に用いる等深線変化モデルの検討状況

## (中間報告)

### 目次

1. 計算手法	1
2. 基礎方程式	2
(1) 粒径毎の沿岸漂砂量式	2
(2) 粒径毎の岸沖漂砂量式	2
(3) 等深線変化量	2
(4) 粒径毎の含有率変化	3
3. 計算条件	3
(1) 初期地形	3
(2) 波浪条件	4
(3) 底質条件	6
(4) 漂砂量係数の決定	7
(5) 卓越海浜流のモデル化	9
(6) 沿岸漂砂量分布	10
(7) 計算条件のまとめ	11
(8) 再現計算の条件	12
4. 一ツ瀬川河口部の検討（試案段階）	13
5. 試算結果の例	17

1. 計算手法

地形変化シミュレーションは、等深線変化モデルを用いて実施する。

等深線変化モデルは、(1)波の変形計算、(2)沿岸漂砂量の計算、(3)等深線変化の計算の部分より構成されており、計算の流れは図- 1.1 に示すとおりである。

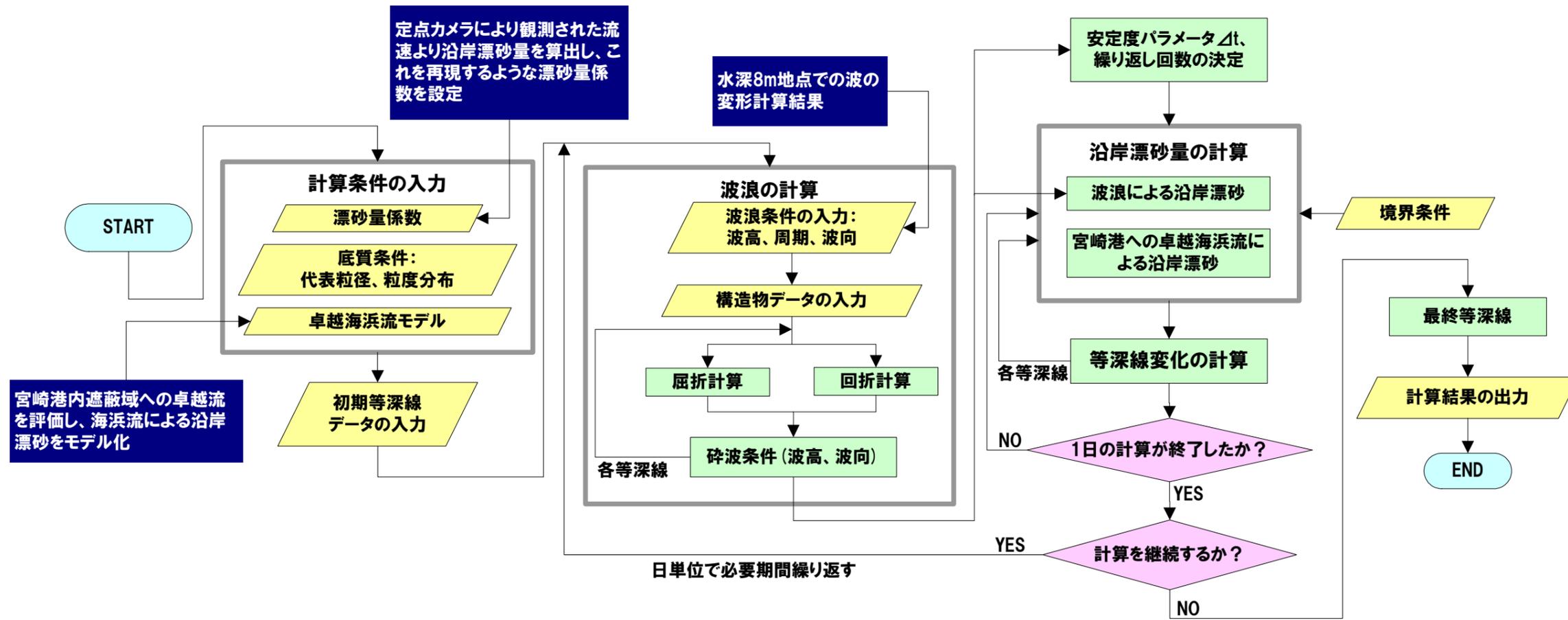


図- 1.1 等深線変化計算のフロー

## 2. 基礎方程式

### (1) 粒径毎の沿岸漂砂量式

土砂収支モデルとして、本検討では熊田ら(2005)による粒形分級を考慮した等深線変化モデルを用いる。粒径毎の沿岸漂砂量式は次式で表される。

$$q_x^{(K)} = \mu^{(K)} \cdot \varepsilon_x(z) \cdot K_x^{(K)} \cdot \frac{1}{8} H_b^2 c_{gb} \cdot \frac{1}{2} \sin 2\alpha_b \quad (K=1,2,\dots,N) \quad (1.1)$$

ここで、

$q_x^{(K)}$  : 粒径毎の単位深さあたりの沿岸漂砂量(m<sup>2</sup>/s)

$\mu^{(K)}$  : 交換層内の粒径毎の含有率

$\varepsilon_x$  : 沿岸漂砂量の水深方向分布(m<sup>-1</sup>)

また、係数  $K_x^{(K)}$  は粒径  $d^{(K)}$  を用いて

$$K_x^{(K)} = \frac{A}{\sqrt{d^{(K)}}} \quad (1.2)$$

と表し、 $A$  は検証計算により求める。

有義波の諸元を用いて表すと、式(1.1)は次式となる。

$$q_x^{(K)} = \mu^{(K)} \cdot \varepsilon_x(z) \cdot K_x^{(K)} \cdot \frac{1}{8} \frac{(H_{1/3})_b^2}{1.416^2} \frac{(c_{g/3})_b}{\sqrt{1.416}} \cdot \frac{1}{2} \sin 2\alpha_b \quad (1.3)$$

ただし、本検討では後述のように宮崎港への卓越海浜流による漂砂を別途考慮している。

### (2) 粒径毎の岸沖漂砂量式

岸沖漂砂量式は次式で表される。

$$q_z^{(K)} = \mu^{(K)} \cdot \varepsilon_x(z) \cdot K_z^{(K)} \cdot \frac{1}{8} H_b^2 c_{gb} \cdot \sin \bar{\beta} \left( \frac{\tan \beta_c^{(K)}}{\tan \beta} - 1 \right) \quad (K=1,2,\dots,N) \quad (1.4)$$

ここで、

$q_z^{(K)}$  : 粒径毎の単位深さあたりの岸沖漂砂量(m<sup>2</sup>/s)

$\bar{\beta}$  : バーム高  $h_R$  から限界水深  $h_c$  までの初期断面の平均勾配

$\beta_c^{(K)}$  : 粒径毎の平衡勾配

また、係数  $K_z^{(K)}$  は

$$K_z^{(K)} = \frac{\gamma \cdot A}{\sqrt{d^{(K)}}} \quad (1.5)$$

と表す。ここで、 $\gamma$  は沿岸漂砂に対する岸沖漂砂の係数の比率である。

有義波の諸元を用いて表すと、式(1.4)は次式となる。

$$q_z^{(K)} = \mu^{(K)} \cdot \varepsilon_x(z) \cdot K_z^{(K)} \cdot \frac{1}{8} \frac{(H_{1/3})_b^2}{1.416^2} \frac{(c_{g/3})_b}{\sqrt{1.416}} \cdot \sin \bar{\beta} \left( \frac{\tan \beta_c^{(K)}}{\tan \beta} - 1 \right) \quad (1.6)$$

### (3) 等深線変化量

粒径毎の等深線変化量  $y^{(K)}$  は次式で求められる。

$$\frac{\partial y^{(K)}}{\partial t} = -\frac{\partial q_x^{(K)}}{\partial x} - \frac{\partial q_z^{(K)}}{\partial z} + q_s^{(K)} \quad (K=1,2,\dots,N) \quad (1.7)$$

ここで、

$q_s$  : 単位幅かつ単位深さあたりの粒径毎の土砂流入量(m/s)

したがって、幅  $B_s$  m の範囲に  $Q_s$  m<sup>3</sup>/s の土砂が流入し、沿岸漂砂量の水深方向分布と同じ配分で供給されるとすると

$$q_s^{(K)} = \mu^{(K)} \cdot \varepsilon_x(z) \cdot \frac{Q_s}{B_s} \quad (1.8)$$

となる。ここで、 $\mu^{(K)}$  は流入する土砂の含有率である。

全粒径の等深線変化量  $Y$  は次式となる。

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = \sum_{K=1}^N \frac{\partial y^{(K)}}{\partial t} \quad (1.9)$$

(4) 粒径毎の含有率変化

堆積時の粒径毎の含有率変化は次式で計算される。

$$\frac{\partial \mu^{(K)}}{\partial t} = \frac{1}{B} \left\{ \frac{\partial y^{(K)}}{\partial t} - \frac{\partial Y}{\partial t} \mu^{(K)} \right\} \quad (K=1,2,\dots,N) \quad (1.10)$$

ここで、

$B$  : 交換層幅 (m)

侵食時の粒径毎の含有率変化は次式で計算される。

$$\frac{\partial \mu^{(K)}}{\partial t} = \frac{1}{B} \left\{ \frac{\partial y^{(K)}}{\partial t} - \frac{\partial Y}{\partial t} \mu_B^{(K)} \right\} \quad (K=1,2,\dots,N) \quad (1.11)$$

ここで、

$\mu_B^{(K)}$  : 等深線変化前の交換層より岸側位置の含有率

3. 計算条件

(1) 初期地形

検証計算では、1983年を初期条件として計算を行い、1988年、1993年、2004年の地形の再現性を確認する。ただし、1983年は石崎川以北の測量が行われていない。そこで、測量が行われていない範囲の汀線については、空中写真から読み取ることにした。また、水深については既存の測量結果、海図および空中写真をフィッティングさせ、全体的に整合性がとれる地形を作成した。

検証は汀線位置および経年的な測量が行われている石崎川以南の地形を対象とする。1983年と同様に測量が行われていない範囲の汀線については、空中写真から読み取ることにした。ただし、1988年および1993年については同じ年の空中写真が存在しないため、それぞれ時期に近い1990年および1995年の空中写真から汀線を読み取ることにした。

等深線変化モデルはバー地形等の等深線が入り組む地形条件(同じ等深線が一断面に複数ある場合)には適用できない。そこで、計算および検証には平滑化した地形を用いることにした。作成した初期の等深線図を図-3.1に示す。

小丸川河口部は粒径の大きいレキで構成されており、汀線がほとんど変動していないことが空中写真から確認されている。これを表現するため、モデルでは小丸川河口部については漂砂量が0に近くなるような粒径を仮定して解析を行うものとする。

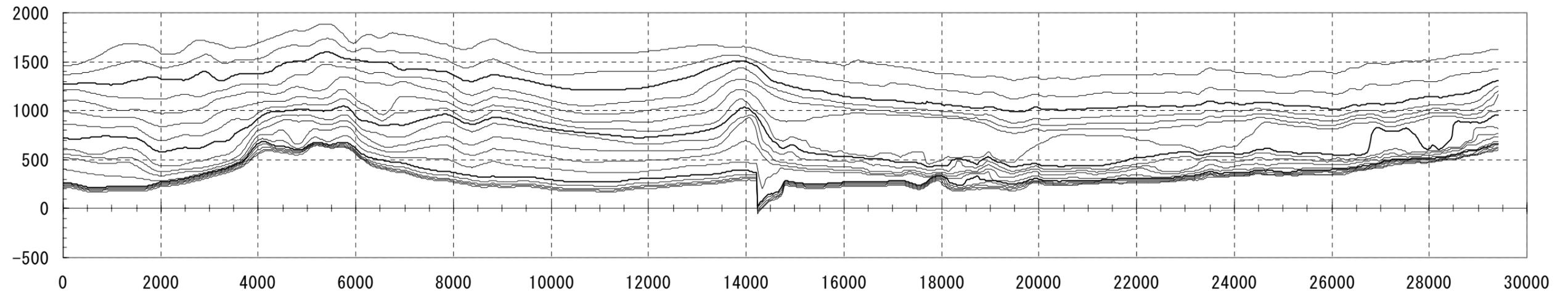


図- 3.1 初期地形 (1983年地形)

(2) 波浪条件

沖波の諸元は宮崎港沖観測波浪データ(1992~2002年度、図-3.2)より算出した値を用いる。

等深線変化計算では長期的な検証計算を行うため、まず年間の平均的な波浪エネルギーを算出し、毎年同等の波浪エネルギーが作用することとした。また波浪の種類は、波向16方位のエネルギー平均波(波高、周期)を算出し、また住吉海岸を代表する波向を、全データの1%以上(NE方向を含む)の出現頻度が得られている波向(NE~SSE)6方位を主要波向とし設定した(図-3.2)。

次に波向毎に年間の波浪エネルギーを算出し、波向毎の代表波浪が、各波浪エネルギーと等価となるような作用頻度を算出した(表-3.1)。

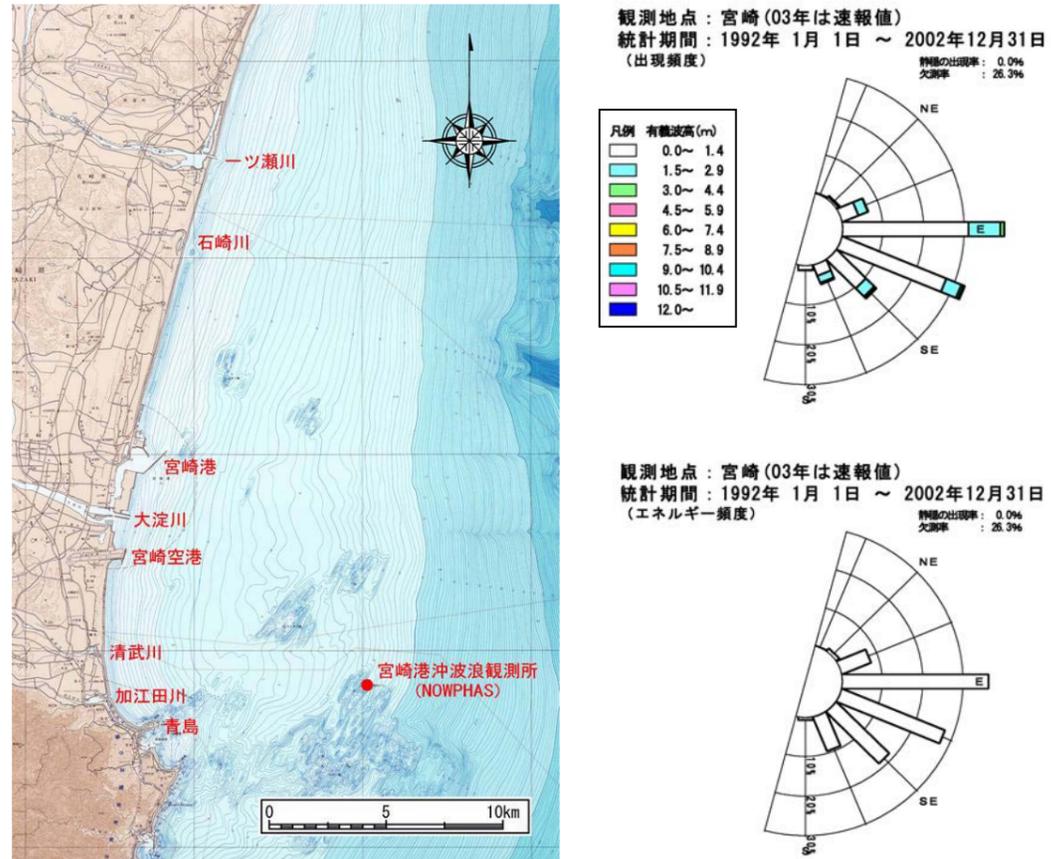


表-3.1 波向別出現頻度(宮崎港沖観測波浪データ:1992~2002年度)

方位	エネルギー平均波(通年)		有効データ数	出現頻度%
	波高(m)	周期(s)		
N	0.77	6.2	28	0.08
NNE	0.93	6.2	61	0.17
NE	1.63	6.8	274	0.78
ENE	1.6	7.6	2407	6.81
E	1.44	7.6	14107	39.92
ESE	1.43	7.2	11525	32.62
SE	1.77	7.5	4848	13.72
SSE	2	8.0	1754	4.96
S	1.6	7.0	166	0.47
SSW	0.64	6.4	48	0.14
SW	0.72	6.5	26	0.07
WSW	0.61	6.6	16	0.05
W	0.59	6.3	18	0.05
WNW	0.55	6.5	15	0.04
NW	2.38	6.6	19	0.05
NNW	0.51	5.9	24	0.07

図-3.2 波浪データ観測位置、波向の出現頻度分布およびエネルギー頻度分布

設定したそれぞれの波浪の作用頻度については、宮崎港沖観測データから定めるものとする。季節による波浪の変化を考慮するため、等深線変化モデルへの入射波は月毎に設定する。各月の波の影響は、月毎・波向毎の波浪エネルギーと等しくなる頻度で各エネルギー平均波を作用させることにより表現する。各月・波向毎の作用頻度を日数換算した結果を表－ 3.2 に示す。ただし、作用頻度の算出にあたっては、測得率の低い月のデータを除き、測得率 90%以上の月のデータを使用することにした。

表－ 3.2 波向毎月毎のエネルギー平均波の作用日数(測得率 90%以上の月を対象)

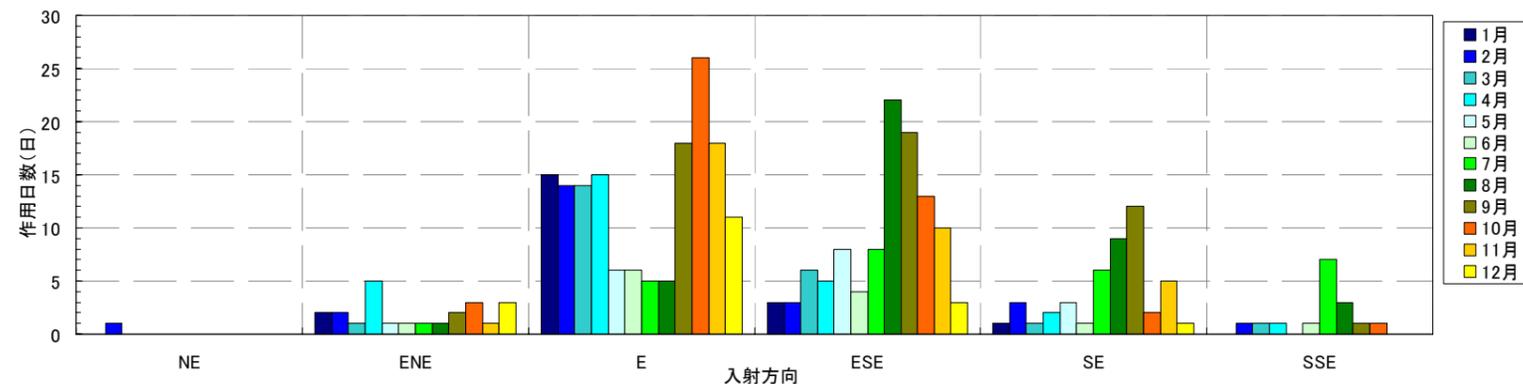
NE	出現率 P1	波高 Hm(m)	周期 Tm(s)	エネルギー頻度 P2	作用日数(日)
1月	0.63	1.12	6.12	0.25	0
2月	2.85	1.89	6.39	3.37	1
3月	0.52	2.65	6.9	1.3	0
4月	0.77	1.97	6.96	1.08	0
5月	0.36	0.89	6.79	0.1	0
6月	0.81	1.41	7.26	0.61	0
7月	0.56	0.5	6.43	0.05	0
8月	0.45	0.5	7.06	0.04	0
9月	0.49	0.76	7.05	0.1	0
10月	0.52	2.19	6.81	0.89	0
11月	0.28	0.86	6.97	0.08	0
12月	0.49	2.44	7.58	1.15	0
通年	0.64	1.68	6.8		1

ESE	出現率 P1	波高 Hm(m)	周期 Tm(s)	エネルギー頻度 P2	作用日数(日)
1月	23.81	1.05	5.74	9.34	3
2月	22.63	1.24	5.76	12.43	3
3月	33.99	1.14	6.69	18.32	6
4月	28.33	1.2	6.93	17.6	5
5月	39.79	1.17	7.19	24.44	8
6月	36.4	0.9	6.48	11.87	4
7月	34.3	1.34	7.09	27.04	8
8月	36.2	1.99	7.94	70.62	22
9月	29.73	2.07	8.12	64.15	19
10月	27.51	1.78	7.83	42.52	13
11月	35.18	1.41	7.44	32.27	10
12月	29.13	0.93	7.04	10.9	3
通年	31.93	1.5	7.2		104

ENE	出現率 P1	波高 Hm(m)	周期 Tm(s)	エネルギー頻度 P2	作用日数(日)
1月	10.39	1.25	7.14	6.14	2
2月	8.47	1.44	6.63	6.21	2
3月	3.44	1.79	7.46	4.38	1
4月	9.54	1.94	7.9	15.06	5
5月	5.88	1.37	8.14	4.81	1
6月	7.2	1.32	7.47	4.97	1
7月	4.73	1.42	7.84	3.99	1
8月	3.4	1.31	8.4	2.62	1
9月	7.72	1.53	7.94	7.7	2
10月	10.62	1.59	7.82	11.18	3
11月	4.87	1.59	7.35	4.83	1
12月	6.78	1.83	7.81	9.46	3
通年	6.81	1.56	7.69		23

SE	出現率 P1	波高 Hm(m)	周期 Tm(s)	エネルギー頻度 P2	作用日数(日)
1月	5.97	1.33	5.59	2.23	1
2月	8.39	2.27	6.11	10.03	3
3月	8.06	1.24	6.45	3.05	1
4月	5.47	1.98	7.11	5.77	2
5月	18	1.32	7.51	8.91	3
6月	17.13	0.9	6.6	3.51	1
7月	22.89	1.72	7.82	20.03	6
8月	26.35	1.87	8.13	28.3	9
9月	14.66	2.87	8.52	39.16	12
10月	6.75	1.7	8.29	6.11	2
11月	10.12	2.39	8.09	17.76	5
12月	8.63	1.09	6.95	2.73	1
通年	13.4	1.86	7.61		46

SSE	出現率 P1	波高 Hm(m)	周期 Tm(s)	エネルギー頻度 P2	作用日数(日)
1月	1.9	1.22	5.87	0.51	0
2月	2.93	1.89	5.7	1.82	1
3月	3.91	1.85	6.8	2.8	1
4月	1.1	2.72	7.7	1.92	1
5月	1.46	1.31	7.33	0.56	0
6月	7.4	1.13	7.08	2.04	1
7月	12.84	2.55	8.59	22	7
8月	11.49	1.79	8.91	10.05	3
9月	2.45	2.41	7.88	3.44	1
10月	2.61	2.01	8.44	2.71	1
11月	1.89	1.16	6.48	0.5	0
12月	1.64	1.66	6.08	0.84	0
通年	4.67	2.02	7.99		16



図－ 3.3 波向別の月毎のエネルギー平均波の作用日数の設定

(3) 底質条件

底質条件は、平成 17 年 1 月～2 月に実施した一ツ瀬川河口での底質調査結果(平成 16 年度 海岸侵食第 1-I 号 海岸侵食対策事業 報告書, 平成 17 年 3 月, 宮崎県宮崎土木事務所/株式会社 アイ・エヌ・エー)を元に設定した。

底質調査結果を図- 3.4 に示す。

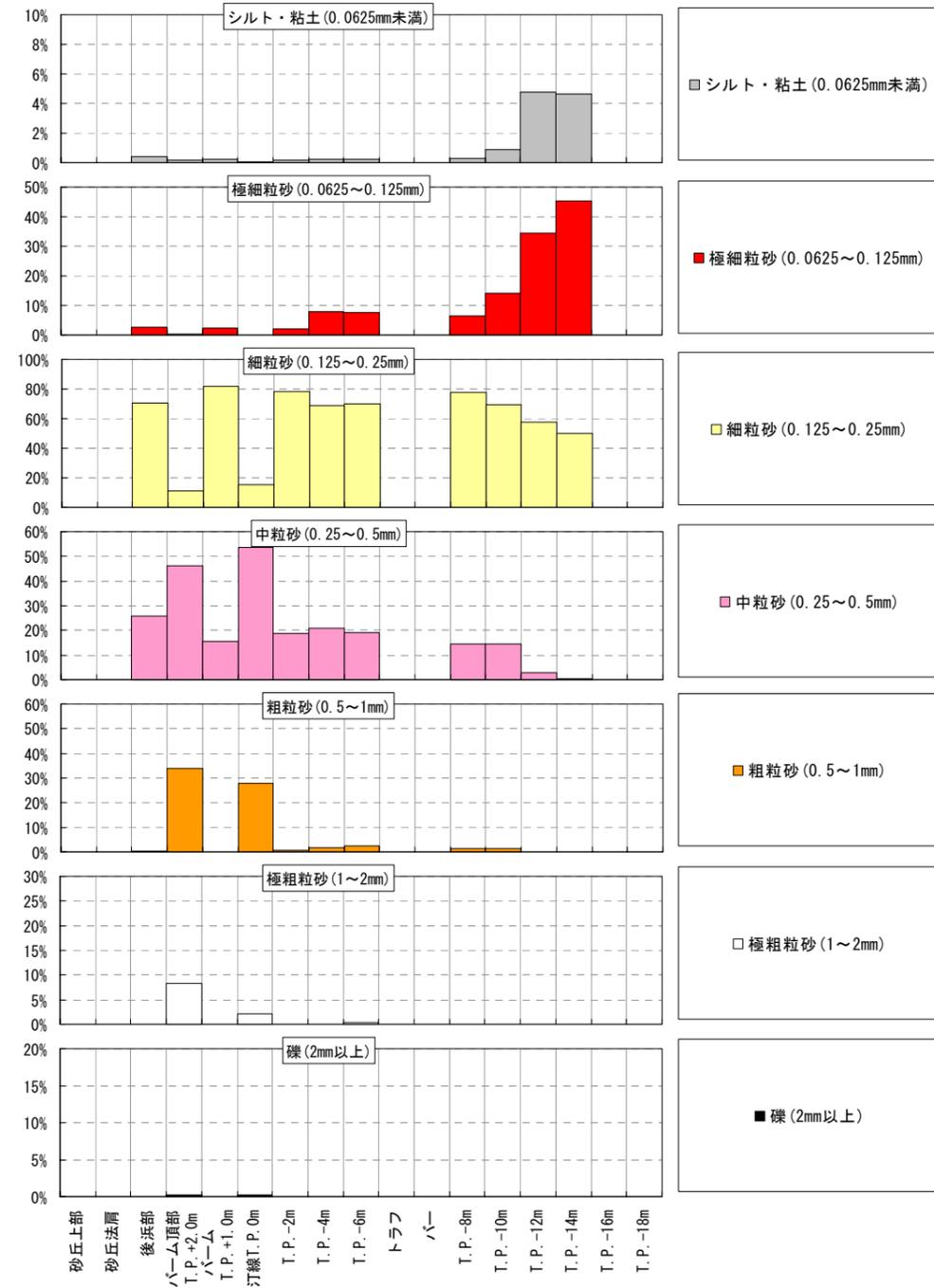


図- 3.4 一ツ瀬川河口底質調査結果

シミュレーションに用いる底質は 4 粒径とした。代表 4 粒径とそれぞれの粒径に対する平衡勾配を表- 3.3 に整理する。平衡勾配  $\tan \beta_c$  は野志ら(2005)の検討を参考に、下式により算定した。

$$\tan \beta_c = 0.16d \quad d \leq 2mm$$

$$\tan \beta_c = 1.3 \quad d \geq 2mm \quad (2.1)$$

表- 3.3 代表 4 粒径と平衡勾配

分類	代表粒径	平衡勾配
極細砂	0.09	71
細砂	0.18	35
中砂	0.35	18
粗砂	0.71	9

粒度分布は水深ごとに同様とした。なお、河川からの流入土砂の粒径は、全水深の粒度分布の平均値とした。設定した水深ごとの粒度分布を図- 3.5 に示す。

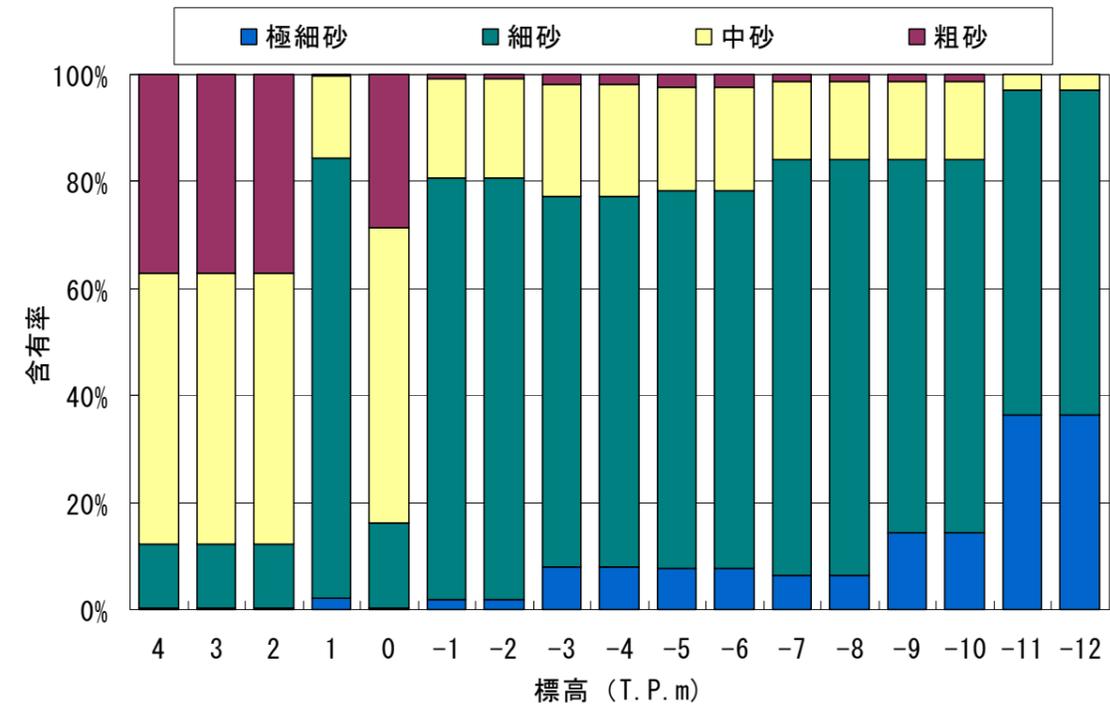


図- 3.5 初期粒度分布(沿岸方向一様)

(4) 漂砂量係数の決定

CERC 式では、エネルギーフラックスと漂砂量の関係は漂砂量係数  $K$  を用いて下式のように表される。

$$Q = \frac{K}{(\rho_s - \rho)g(1-p)} \cdot \frac{1}{8} \rho g H_b^2 c_{gb} \cdot \frac{1}{2} \sin 2\alpha_b \quad (3.2)$$

ここでは宮崎海岸における定点カメラによる流速観測結果(2006年1月から2007年12月)をもとに、以下の手順によりシミュレーションに用いる漂砂量係数  $K$  を決定する。

流速と漂砂量の関係は以下の Kraus の式により算出される(「海岸環境工学」p.184)。

$$Q = \frac{A}{\gamma_B \tan \beta} H_B^2 V$$

$$A = 3.8 \times 10^{-4}$$

ここで、 $\tan \beta = 1/30$  (碎波水深付近の海底勾配)、 $\gamma_B = 0.78$  とすると、

$$Q = 0.015 H_B^2 V$$

となる。

なお、碎波波高  $H_B$  は、宮崎港沖における波高の観測データを下式により換算したものをを用いる。

$$\frac{H_B}{H_O} = (\tan \beta)^{0.2} \left( \frac{H_O}{L_O} \right)^{-0.25}$$

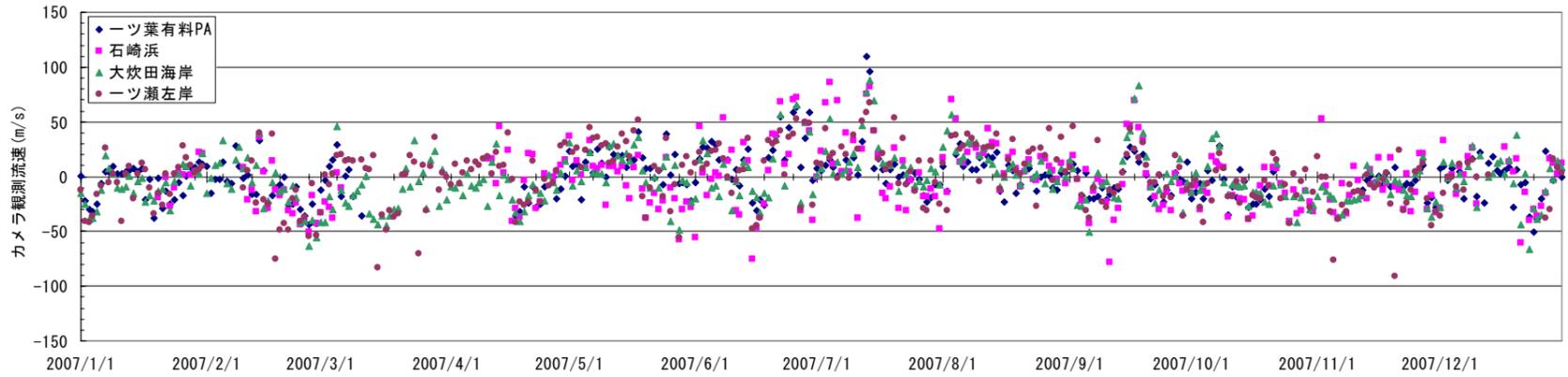
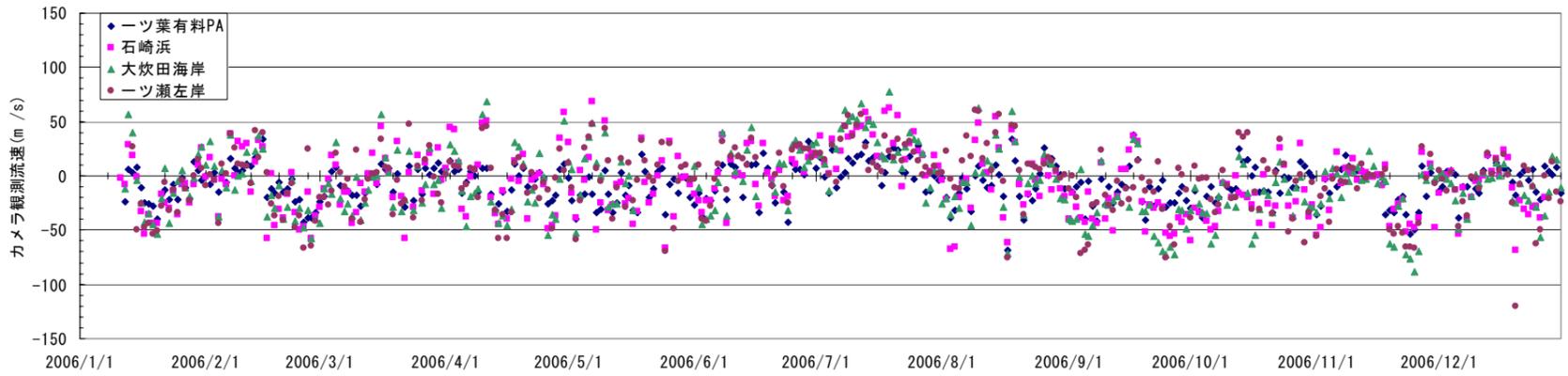
流速および波高の観測値を図- 3.6 および図- 3.7、漂砂量の算定結果を図- 3.8 および表- 3.4 に示す。沿岸漂砂量は概ね年間 15 万  $m^3$  ~ 30 万  $m^3$  である。シミュレーションにおいてこの漂砂量を再現する漂砂量係数は  $A=0.08$  である。

表- 3.4 年間通過漂砂量

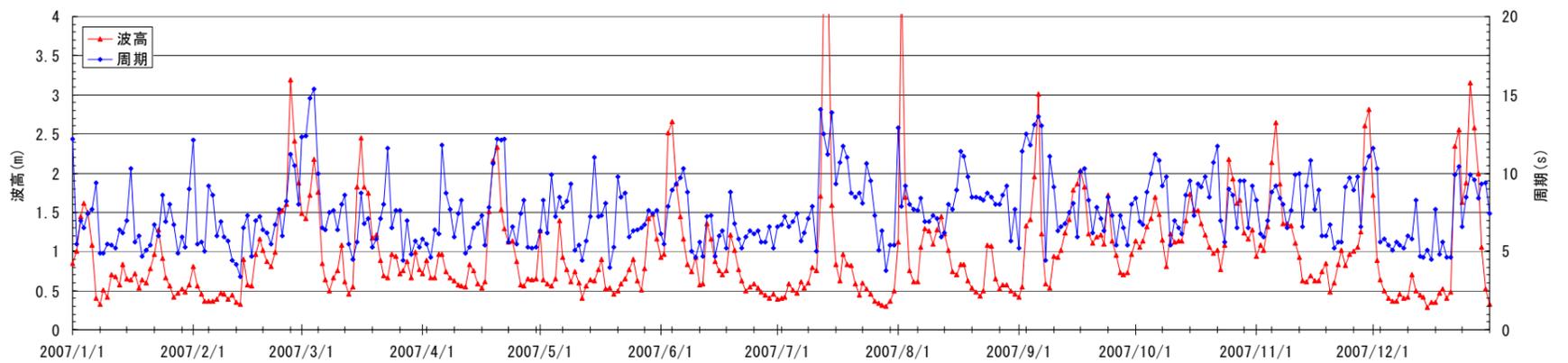
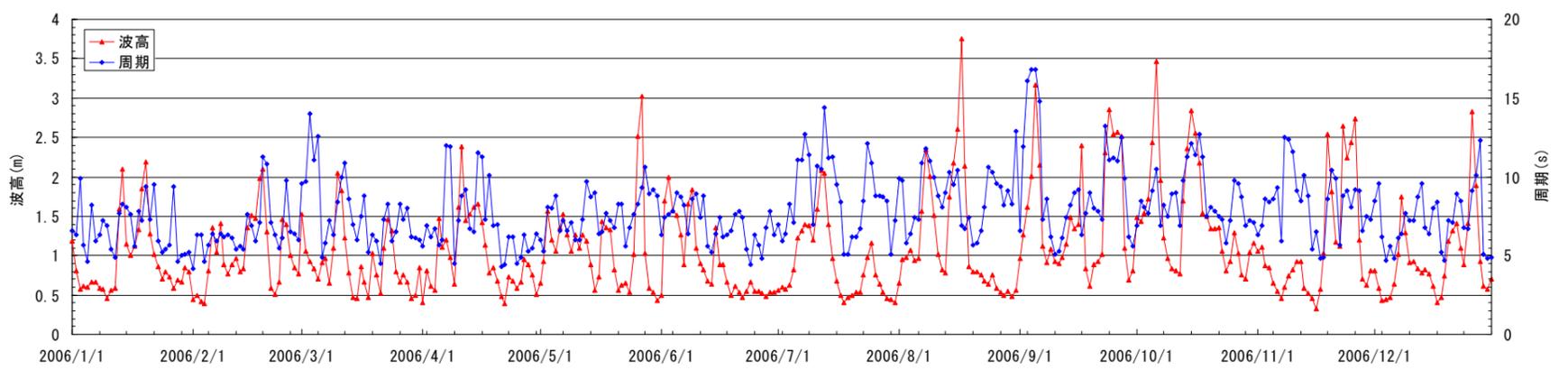
年度	漂砂量(万 $m^3$ )							
	一ツ葉有料PA		石崎浜		大炊田海岸		一ツ瀬左岸	
	南	北	南	北	南	北	南	北
2006年	18.74	4.60	29.68	10.44	34.31	10.79	27.96	13.05
2007年	10.06	14.24	15.91	13.91	18.68	16.09	16.47	13.26

南向き漂砂量平均 : 21.48 万  $m^3$ /年

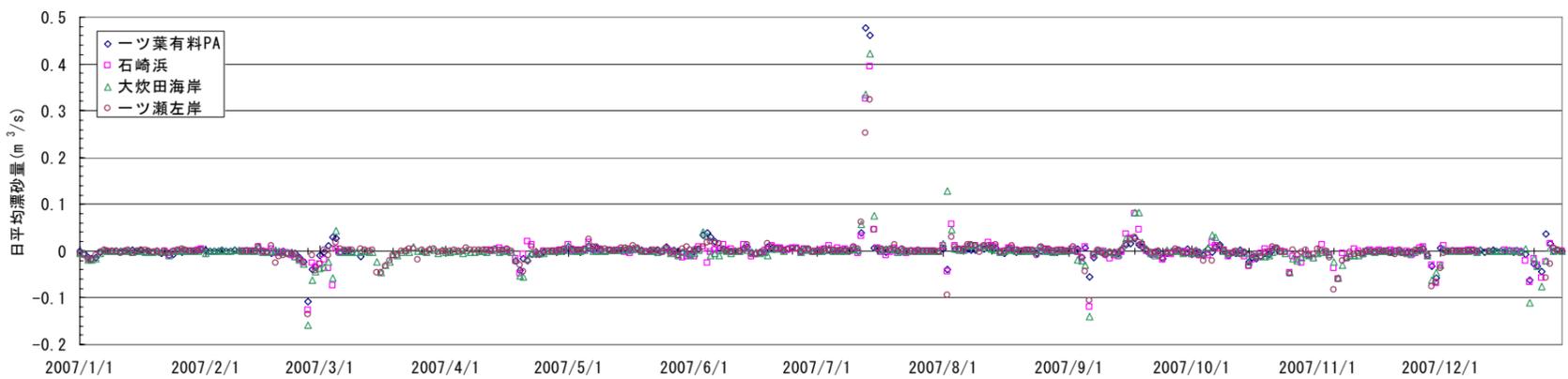
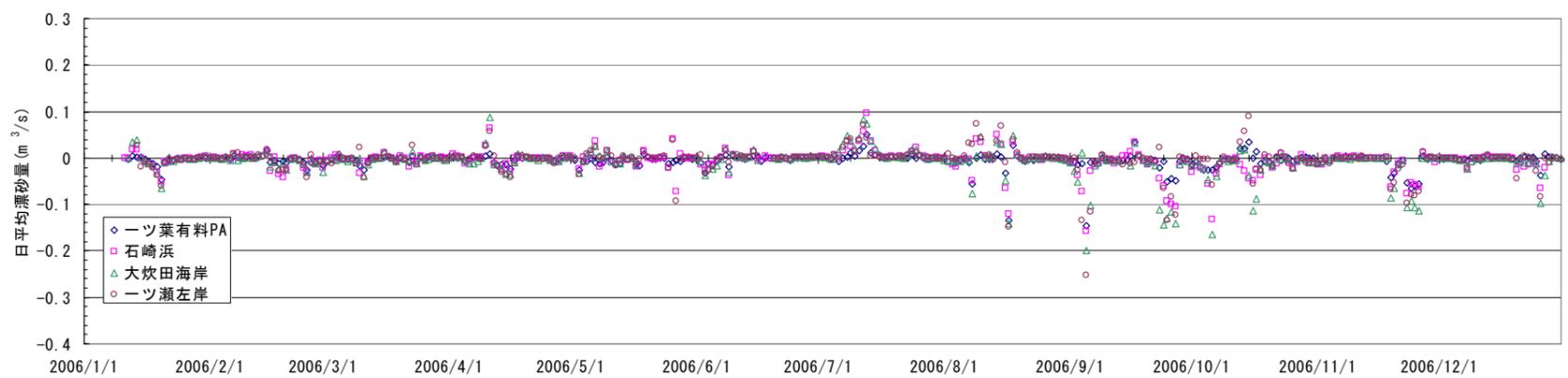
北向き漂砂量平均 : 12.05 万  $m^3$ /年



図一 3.6 流速観測結果(定点カメラ)



図一 3.7 波浪観測結果(宮崎港沖)



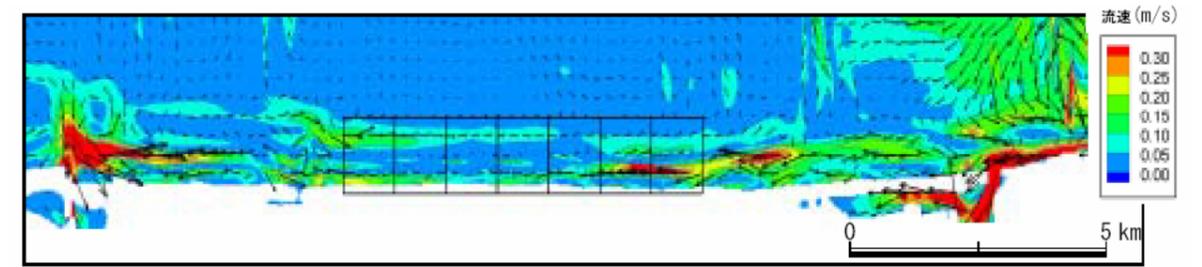
図一 3.8 漂砂量の算出結果

(5) 卓越海浜流のモデル化

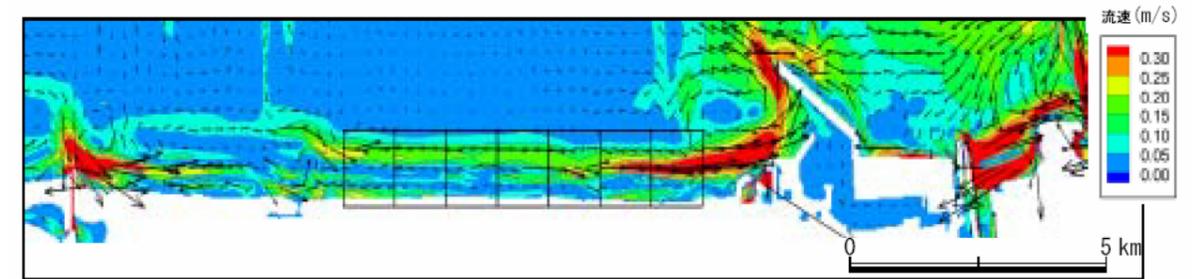
住吉海岸の海岸侵食には、宮崎港への土砂の流入が影響していると考えられる。宮崎港の港内は防波堤により遮蔽されているため、港外に比べて静穏である。海浜流は基本的に波高の大きい領域から小さい領域に向かって生じる傾向にあるため、宮崎港付近では港内へ向かう流れが卓越することになる。このような卓越流は特に高波浪時に顕著であり、平成 16 年度業務における数値シミュレーションでも港外から港内への流れが確認されている(図- 3.9)。

宮崎港付近は港内へ向かう流れが卓越することが一つの特徴であり、等深線変化モデルにはこの流れによって生じる土砂移動を導入する必要がある。漂砂フラックスの沿岸方向分布形状については、平成 16 年度の数値シミュレーション結果に基づき設定する。図- 3.10 は図- 3.9(c)の沿岸流を岸沖方向に平均した値である(最大値で無次元化している)。港内への流れは石崎川付近から発生し、宮崎港に近づくにつれ徐々に増加していることがわかる。漂砂フラックスの沿岸方向分布は沿岸流に比例すると考え、図- 3.10 の分布で与えるものとする。

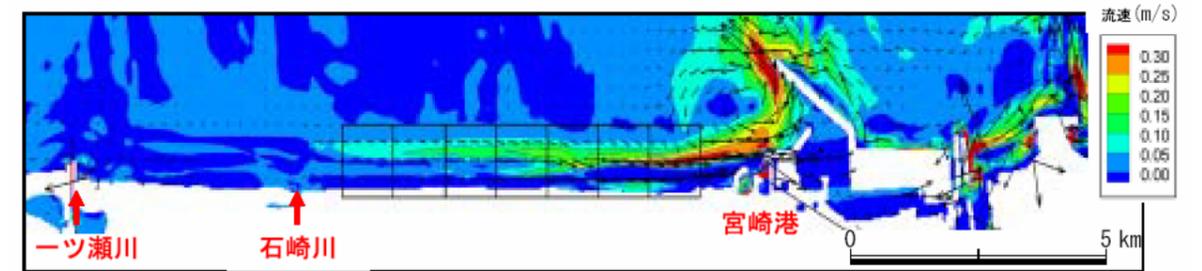
定量的な土砂の引き込み量については、宮崎港の堆砂量から設定するものとする。宮崎港では平均的に年間約 22 万 m<sup>3</sup>の土砂が堆積している。この量を再現できるように漂砂フラックスの絶対量を調整することで、卓越流による土砂の移動が再現可能と考えられる。



(a) 宮崎港建設前



(b) 宮崎港建設後



(c) 建設前と建設後の差分

図- 3.9 宮崎港によって生じる卓越海浜流  
(平成 16 年度海岸侵食事業報告書より)

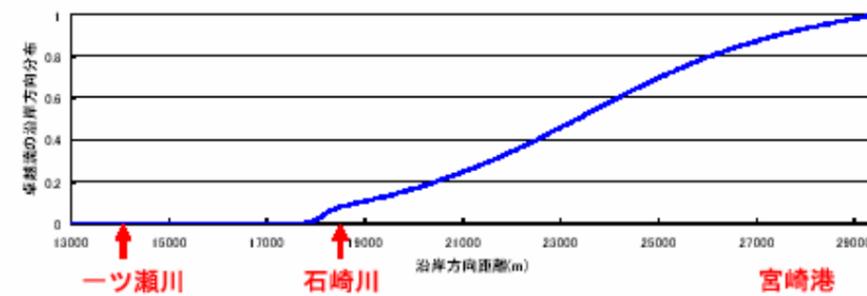


図- 3.10 卓越海浜流の沿岸方向分布

(6) 沿岸漂砂量分布

1982年9月から2003年1月に実施された深浅測量成果より得られた平均的海浜断面の水深変化を、標準偏差で表したものを図-3.11に示す。汀線付近からT.P.+5mに至る範囲で、最大約±2.5m程度の水深変化がある。ただし水面上の地形変化には飛砂によるものも含まれると考えられる。また、T.P.-7.0m付近に最大±2m程度の変化が見られる。この位置はバーの頂部に位置することから、バーの消長の現れである。T.P.-7.0m付近から沖合いに向かうにつれ、徐々に変化量は減少し、T.P.-12.0m付近ではほぼ一定値となる。このことから、顕著な地形変化量の沖側境界位置はT.P.-12.0m程度であると考えられる。

このような水深変化を考慮して、計算では岸側の移動限界高T.P.+4.0mから沖側の移動限界水深T.P.-12.0mまでを漂砂移動がある等深線として計算し、水深ごとの漂砂量の割合は宇多・河野(1996)の関数に従うとした。宇多・河野の関数は次式で与えられる。

$$\xi(z) = \begin{cases} \frac{2}{h_c^{*3}} \left( \frac{h_c^*}{2} - z^* \right) (z^* + h_c^*)^2 & -h_c \leq z \leq h_R \\ 0 & z \leq -h_c, z \geq h_R \end{cases} \quad (2.1)$$

ここで、

$$z^* = \frac{z}{H_b}, \quad h_c^* = \frac{h_c}{H_b} \quad (2.2)$$

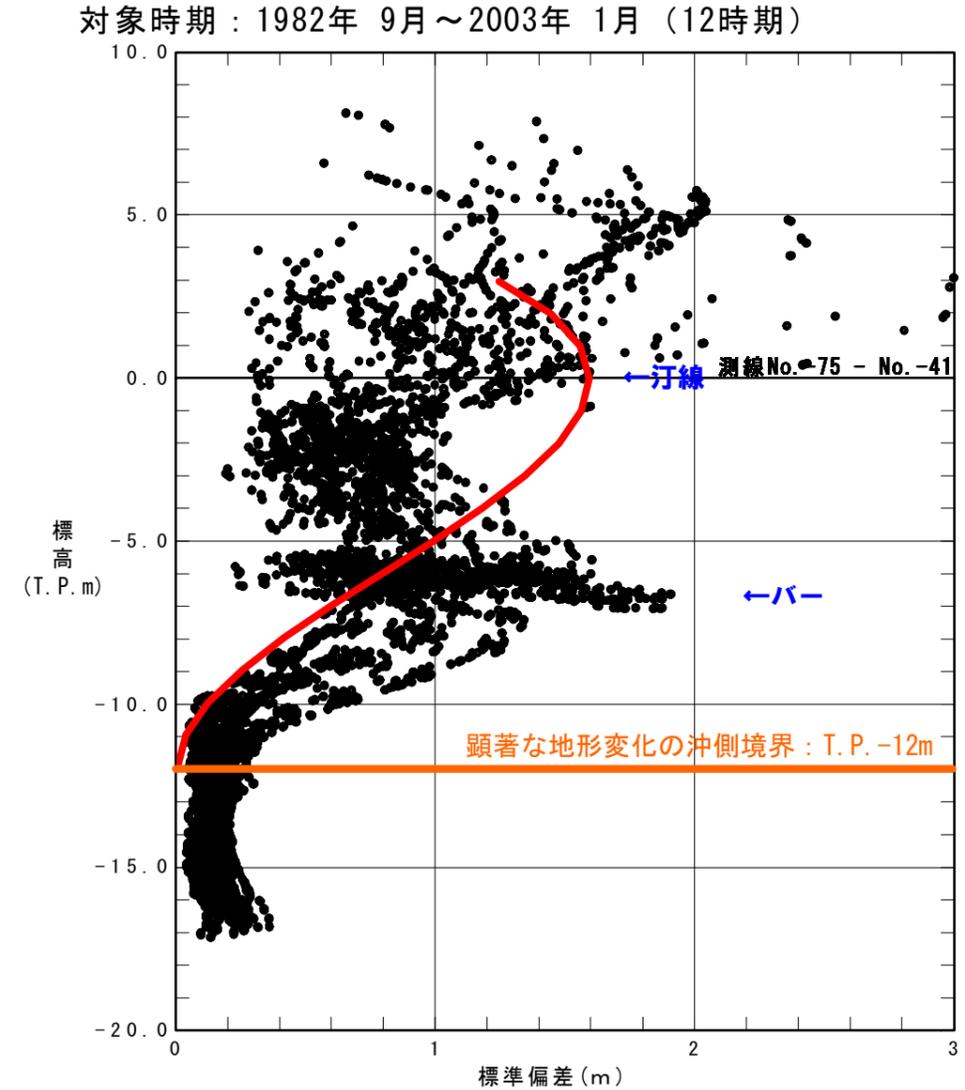


図-3.11 住吉海岸における水深方向地形変化量分布

## (7) 計算条件のまとめ

以上の計算条件をまとめたものを表- 3.5 に示す。

表- 3.5 等深線変化モデルの計算条件

項目	条件
計算範囲	沿岸方向 29,400m
メッシュサイズ	25m
波浪条件	<p>沖波は 6 方位のエネルギー平均波とする。</p> <p>① 波向：NE, 波高：1.63m, 周期：6.8s, <math>S_{max}</math>：25</p> <p>② 波向：ENE, 波高：1.60m, 周期：7.6s, <math>S_{max}</math>：25</p> <p>③ 波向：E, 波高：1.44m, 周期：7.6s, <math>S_{max}</math>：25</p> <p>④ 波向：ESE, 波高：1.43m, 周期：7.2s, <math>S_{max}</math>：25</p> <p>⑤ 波向：SE, 波高：1.77m, 周期：7.5s, <math>S_{max}</math>：25</p> <p>⑥ 波向：SSE, 波高：2.00m, 周期：8.0s, <math>S_{max}</math>：25</p> <p>2次元波浪平面計算で算出した砕波点沖側(T.P.-8.0m)の波浪を入力する。 月ごと、波向ごとの波浪エネルギーと等しくなる頻度で作用させる。</p>
計算期間	1983年1月～2004年12月
初期地形条件	<p>汀線：石崎川以北は空中写真、以南は1983年測量成果より作成</p> <p>地形：それぞれ下記のデータに基づき作成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小丸川周辺：2005年測量成果</li> <li>・一ツ瀬川周辺：2004年測量成果</li> <li>・石崎川以南：1983年測量成果</li> <li>・その他の領域：海図</li> </ul>
対象等深線	T.P.-12m～T.P.+4.0mの1.0mごとの等深線
漂砂量係数	<p><math>A=0.08</math>(カメラ観測流速からの漂砂量算出結果による)</p> <p>卓越海浜流による漂砂を別途考慮 (宮崎港への堆積がほぼ22万<math>m^3</math>/年になるように調整)</p>
沿岸漂砂量分布	宇多・河野の関数
地形の限界勾配	砂の安息角(陸側：1/1.7、海側：1/2.0、宇多ら1996)
境界条件	<p>北側：流出入なし</p> <p>南側：流出入なし</p> <p>沖側：沖流出なし</p>
河川からの土砂供給	<p>小丸川：4.9万<math>m^3</math>/年</p> <p>一ツ瀬川：0.5万<math>m^3</math>/年</p> <p>小丸川河口部は、空中写真で汀線変化が確認されないため、沿岸漂砂量が0に近くなるような粒径を与える。</p>



#### 4. 一ツ瀬川河口部の検討（試案段階）

一ツ瀬川河口は河口テラスが発達しているため、波浪が極端に屈折し、その波向が Snell の法則では再現しきれないことが想定される。本検討ではエネルギー平衡方程式により算出した初期地形に対する波向の分布を Snell の法則で計算した波向と比較し、波向の補正を行うこととした。

図- 4.1 にエネルギー平衡方程式による波浪計算の結果を示す。なお、地形は等深線変化モデルの初期地形を用い、水深 12m 以深は T.P. -12m で一様とした簡易的なモデルで計算を行った。図- 4.2 にスネルの法則とエネルギー平衡方程式で算出した水深 2m 地点の波向を比較して示す。一ツ瀬川河口デルタが存在する 13,400m~14,600m 地点では、最大で 15° ~20° 程度の波向の差が見られる。また、図- 4.3 にはエネルギー平衡方程式で算出した波向を地形に垂直な角度と比較して示す。入射角 E および ESE のとき、両者は良く似た傾向を示していることが分かる。

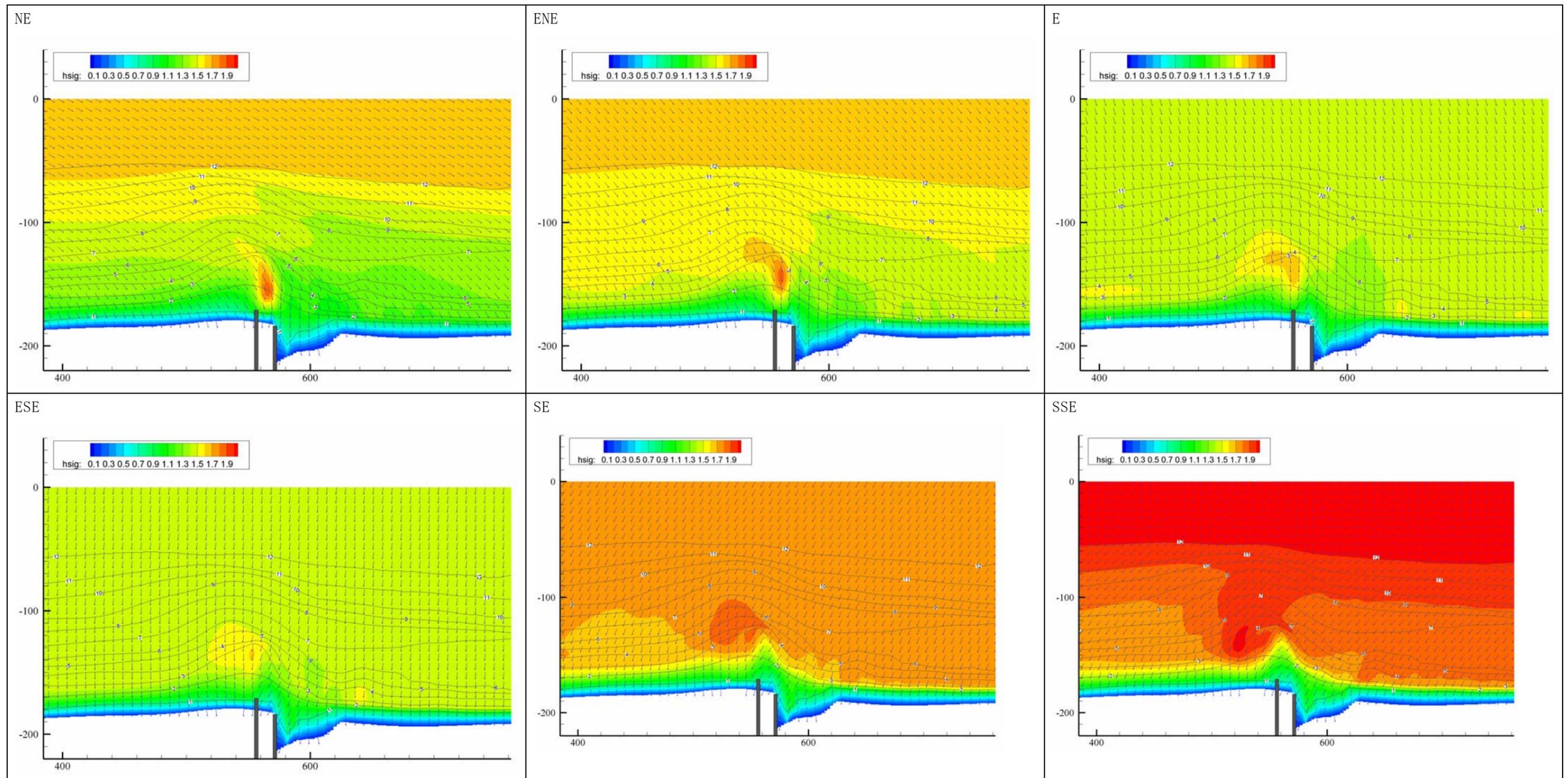


図- 4.1 エネルギー平衡方程式による波浪計算結果

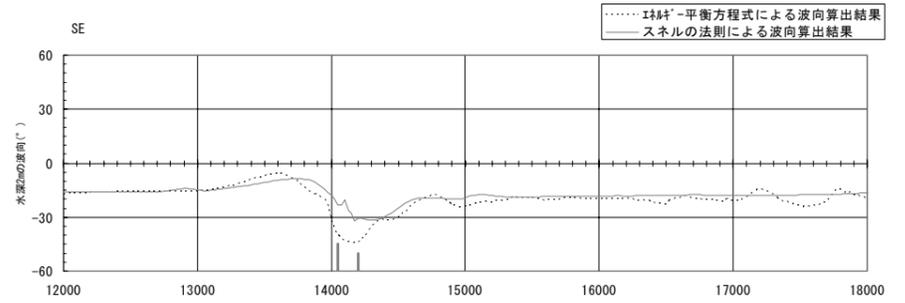
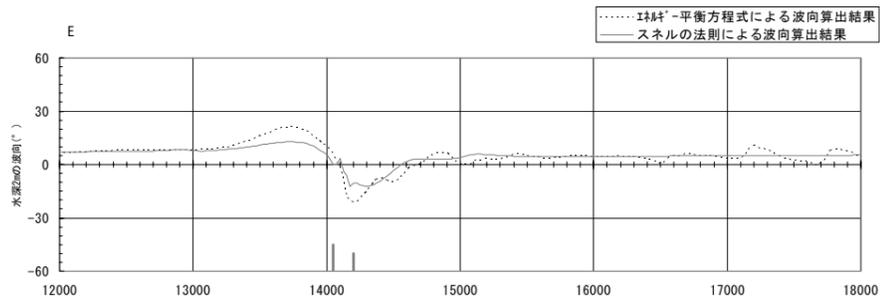
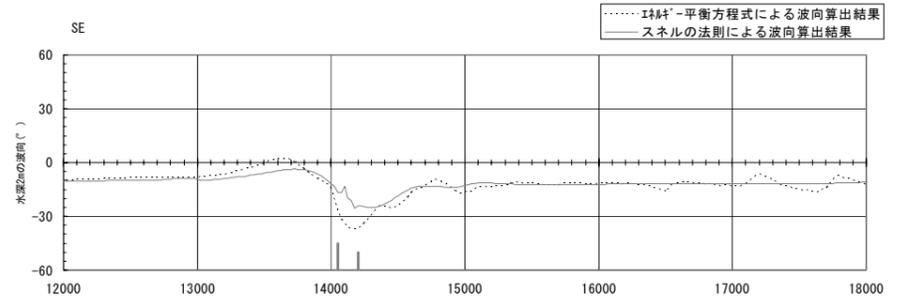
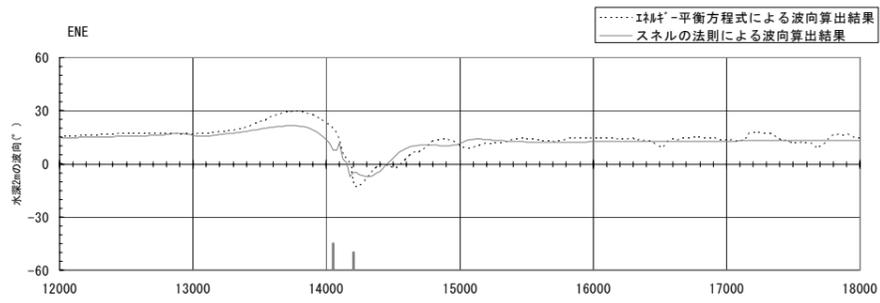
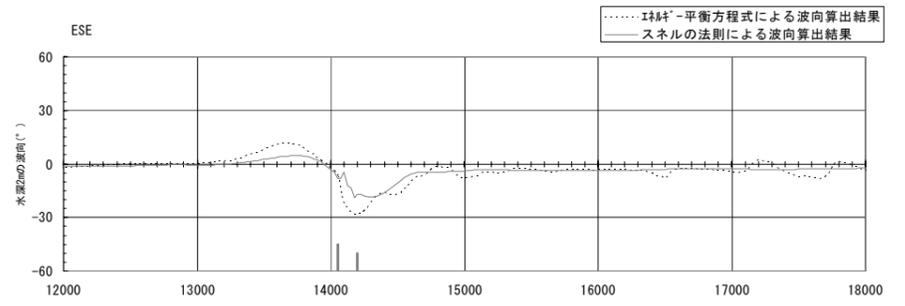
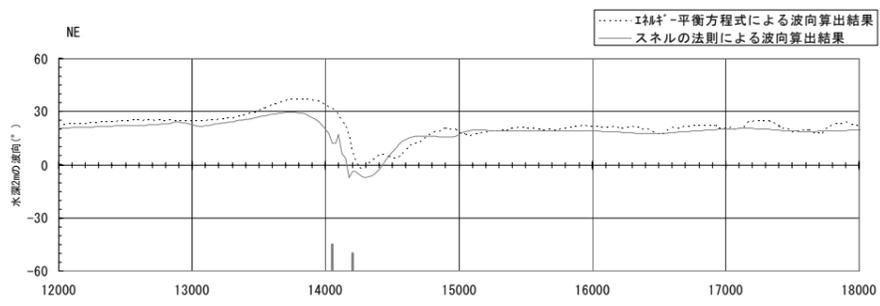


図-4.2 水深2m地点の波向の比較

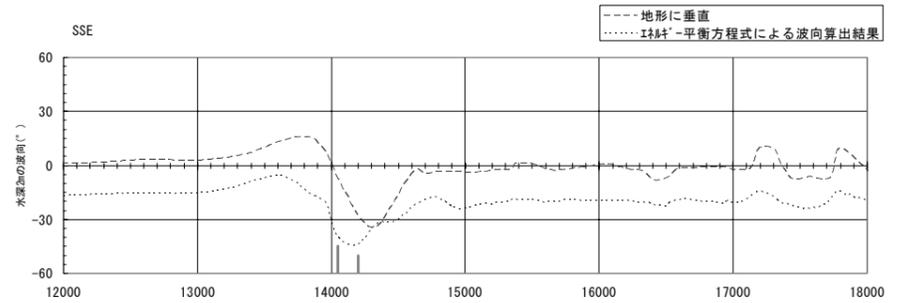
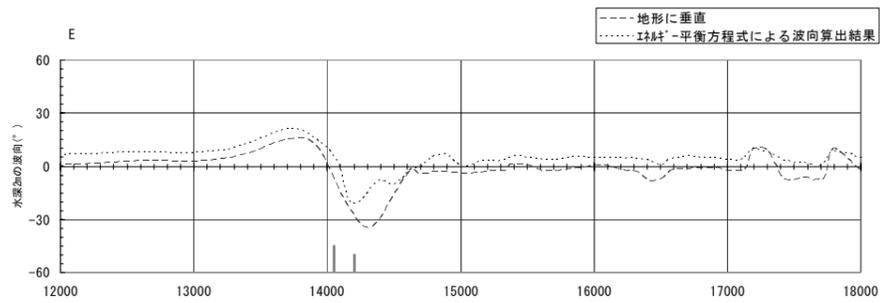
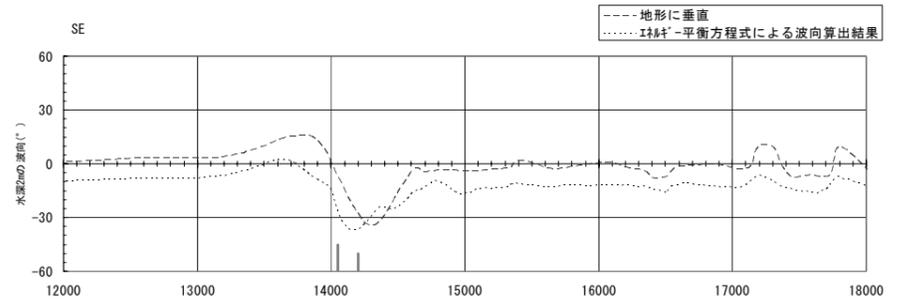
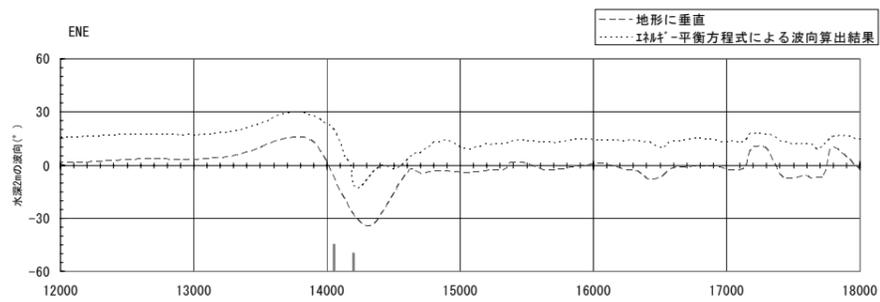
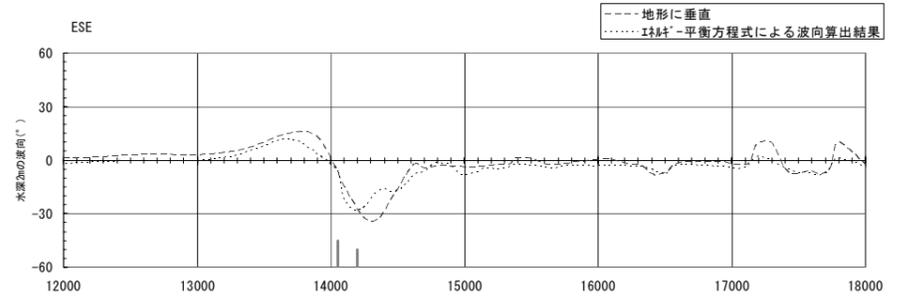
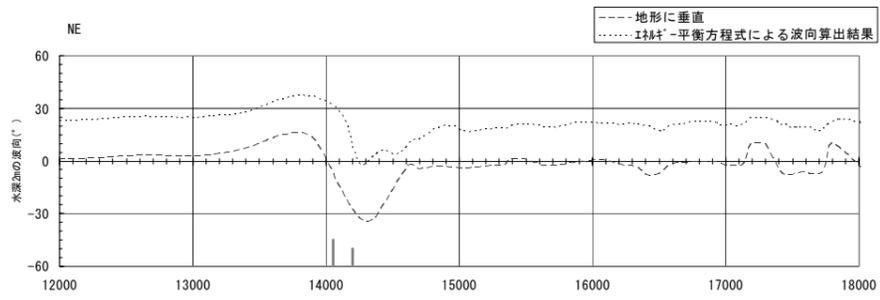


図-4.3 エネルギー平衡方程式より算出した波向と地形に垂直な角度の比較

通常の計算方法では、一ツ瀬川河口テラスが縮小し、テラス地形を維持できない結果となった(図- 4.4)。そこで、一ツ瀬川河口部のテラス地形を維持する方法として、波向を地形に垂直に入射した場合の試算を実施した。図- 4.5 は図中に示す範囲の波向を地形に垂直な向きに補正して計算した結果である。河口テラス地形は維持されている。

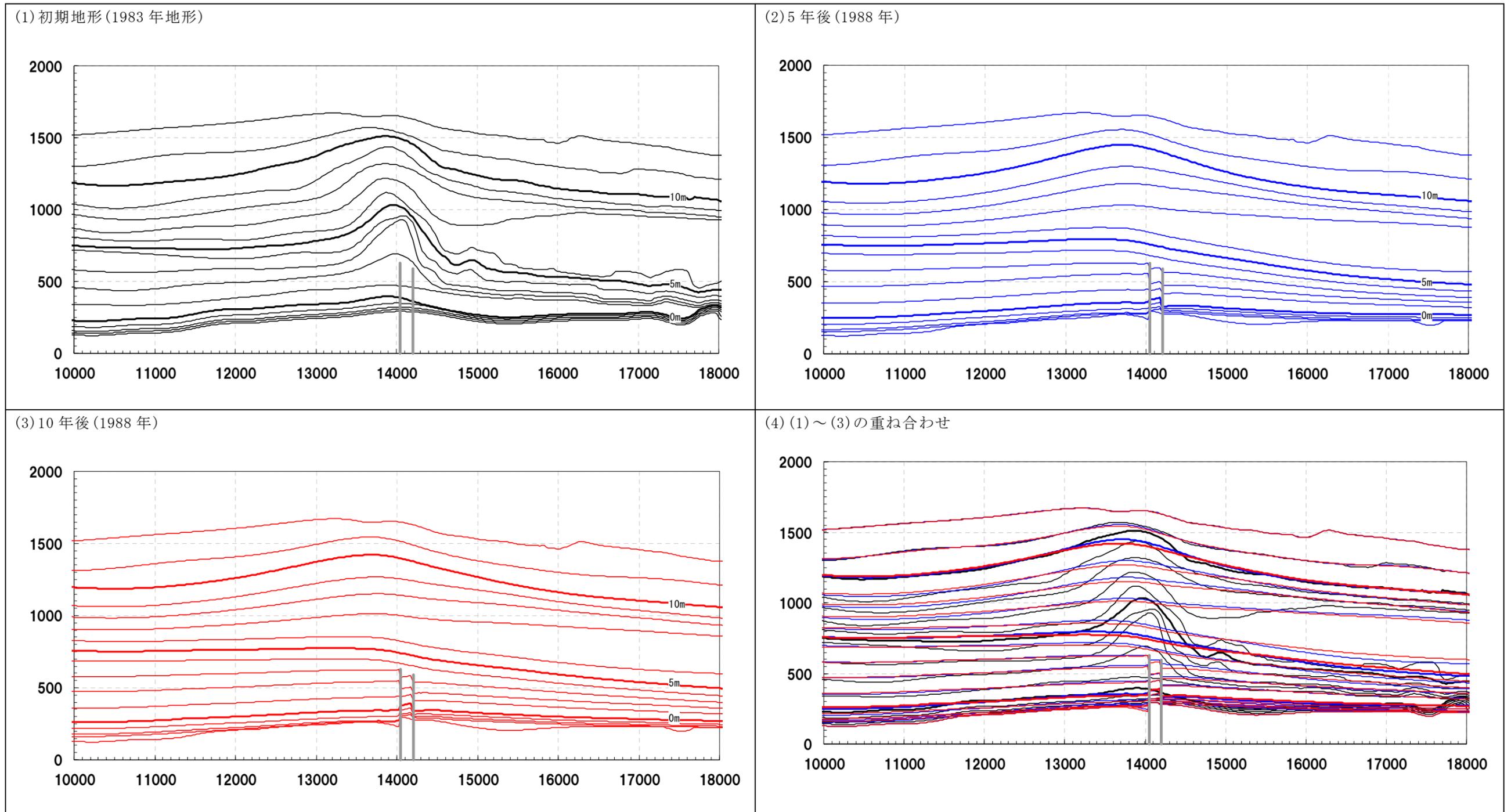


図- 4.4 シミュレーションで得られた予測等深線(波向を補正しない場合)

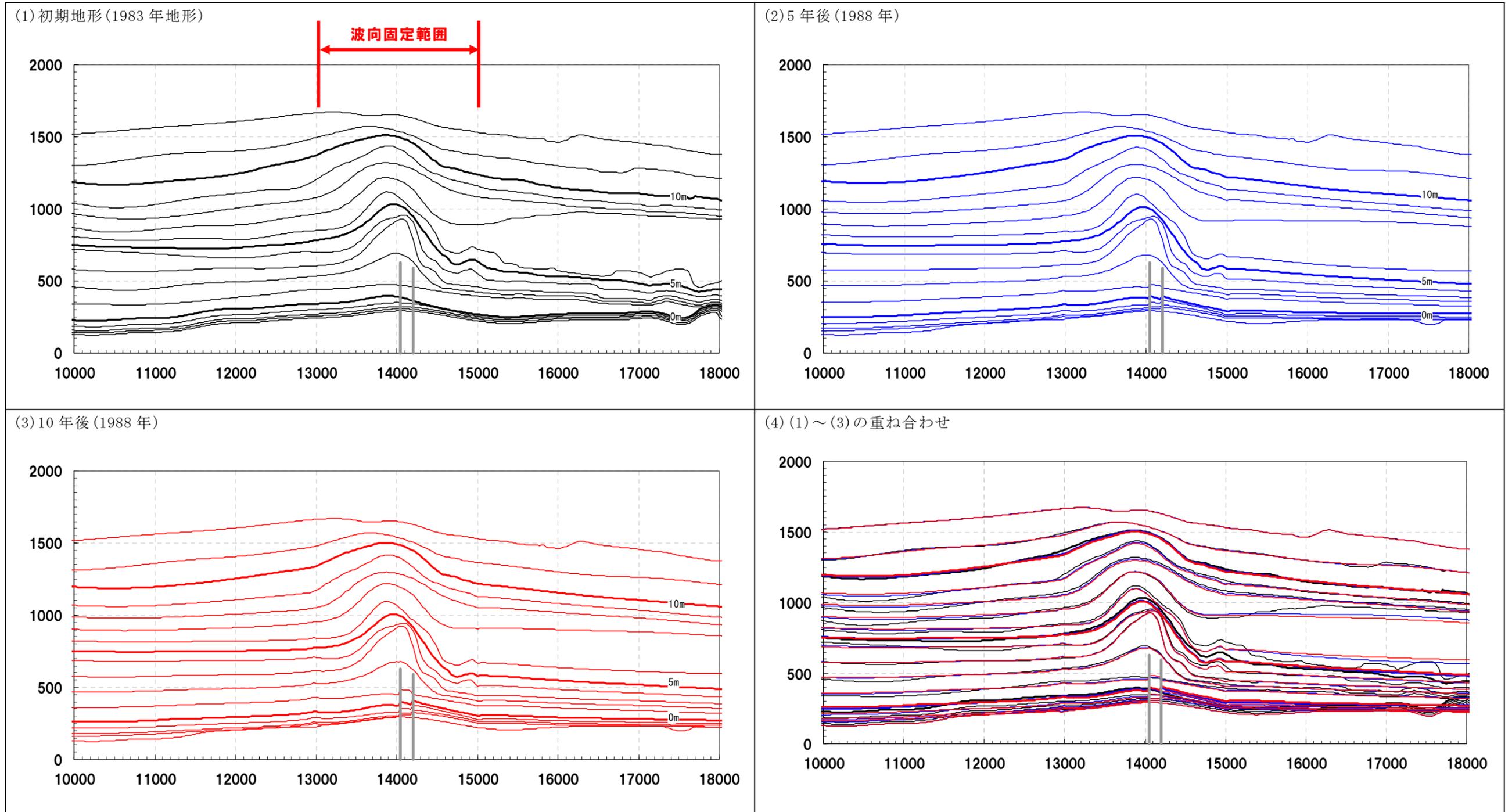
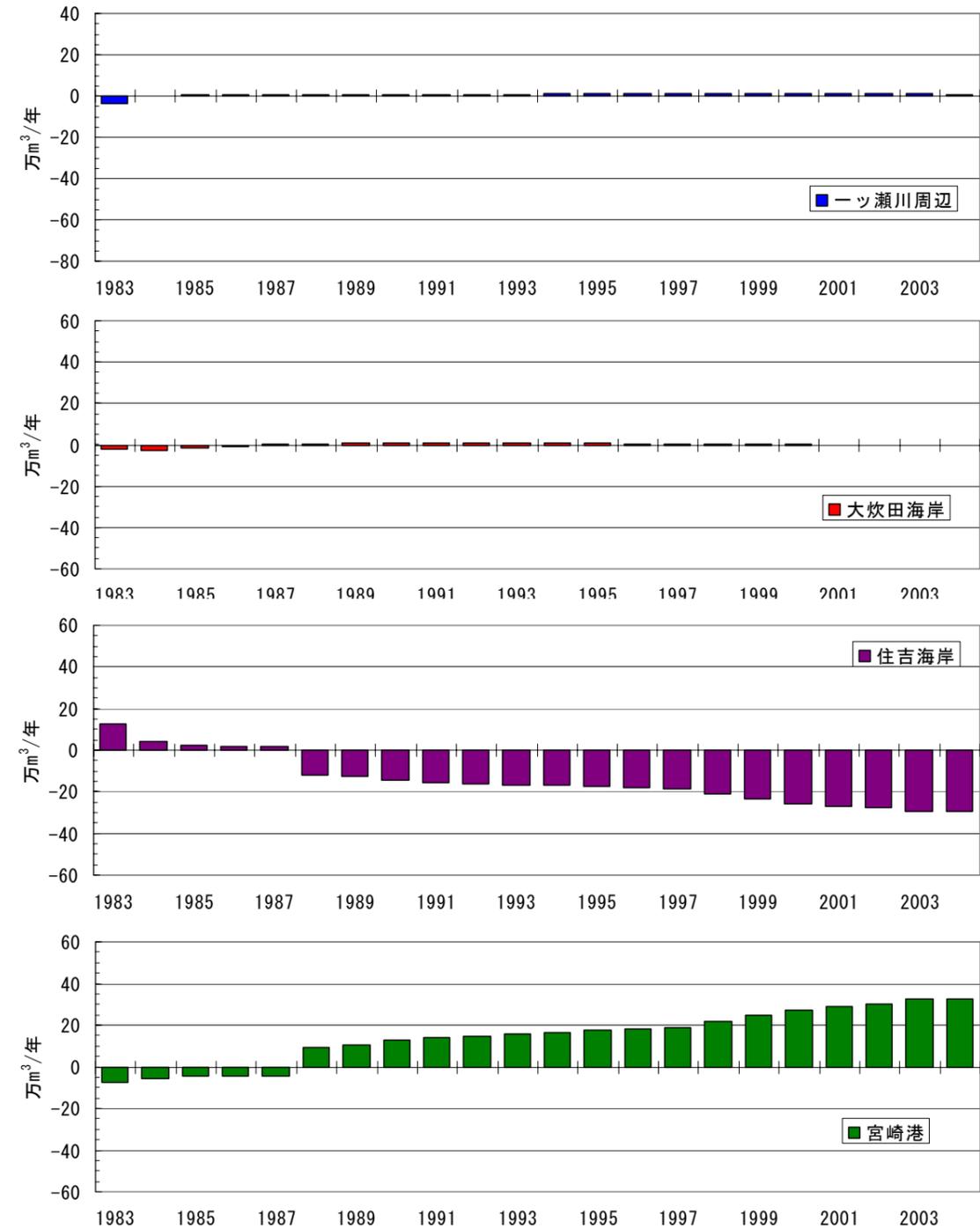
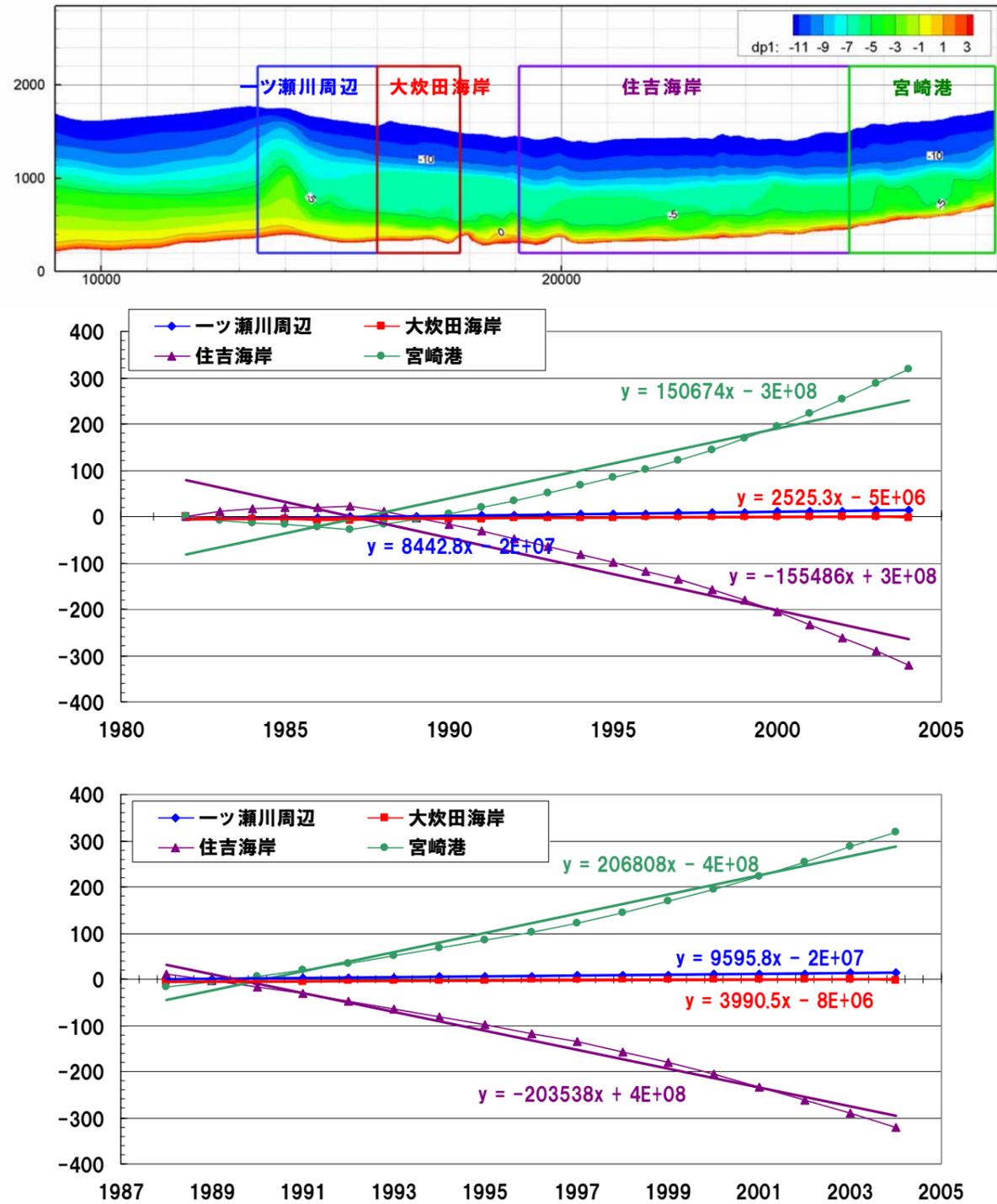


図- 4.5 シミュレーションで得られた予測等深線 (波向を補正した場合)

## 5. 試算結果の例

試算結果を以下に示す。一ツ瀬川河口部の波向は、前述の通り地形に垂直な方向に補正している。

この試算結果では、宮崎港の堆積量（20 万 m<sup>3</sup>/年）、住吉海岸の侵食量（20 万 m<sup>3</sup>/年）は概ね再現できた。しかしながら、一ツ瀬川河口部周辺の堆積量、大炊田海岸の侵食量の再現が十分とはいえないため、今後、大炊田海岸を含む一ツ瀬川河口周辺のモデル化について検討していく予定である。



図ー 5.1 土量の経年変化(単位：万 m<sup>3</sup>) (上段：1983 年から 2003 年の傾向、下段：1988 年から 2003 年の傾向) と年間土量変化量の推移

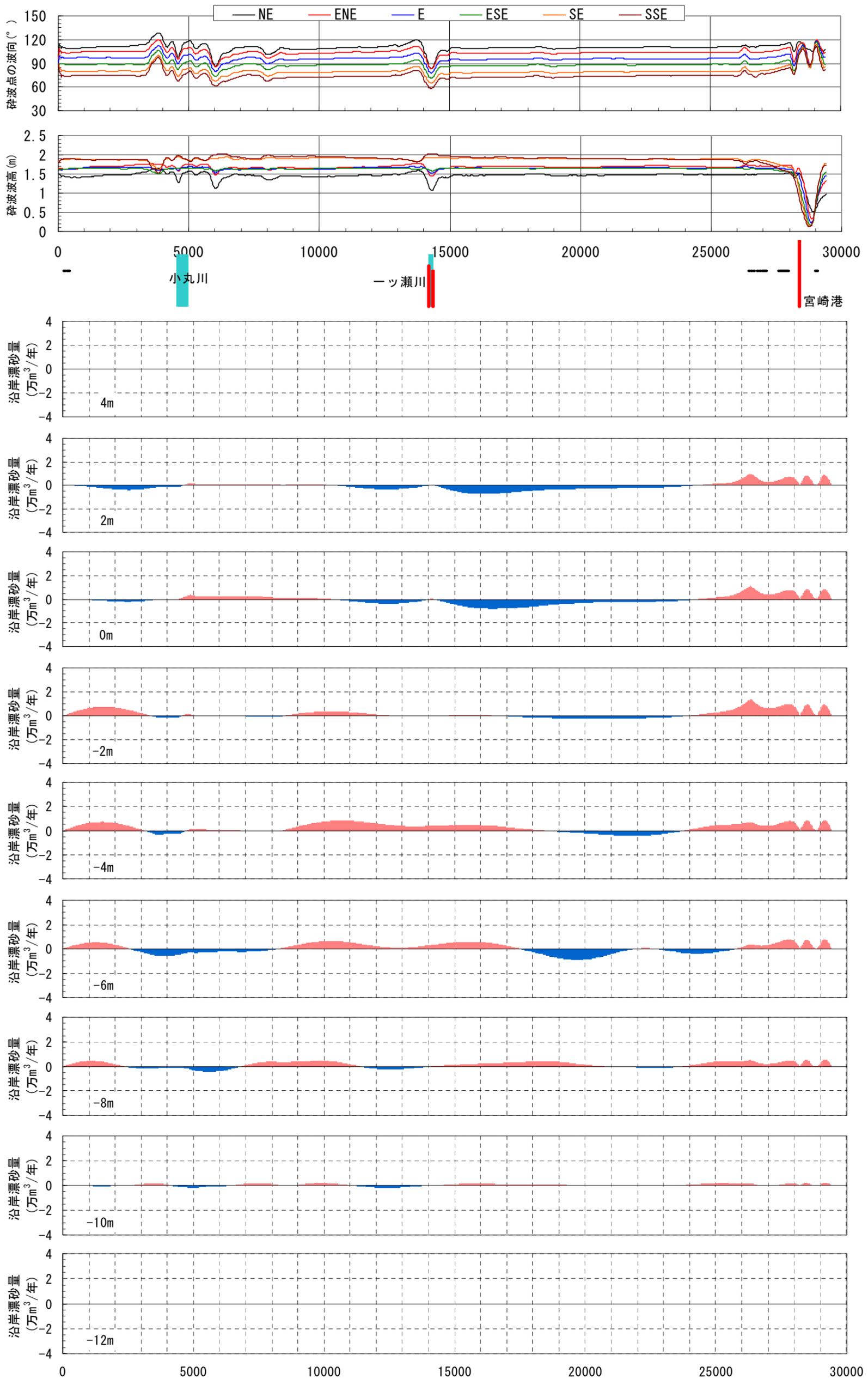


図- 5.2 砕波地点の波向・波高および沿岸漂砂量分布(1988年)

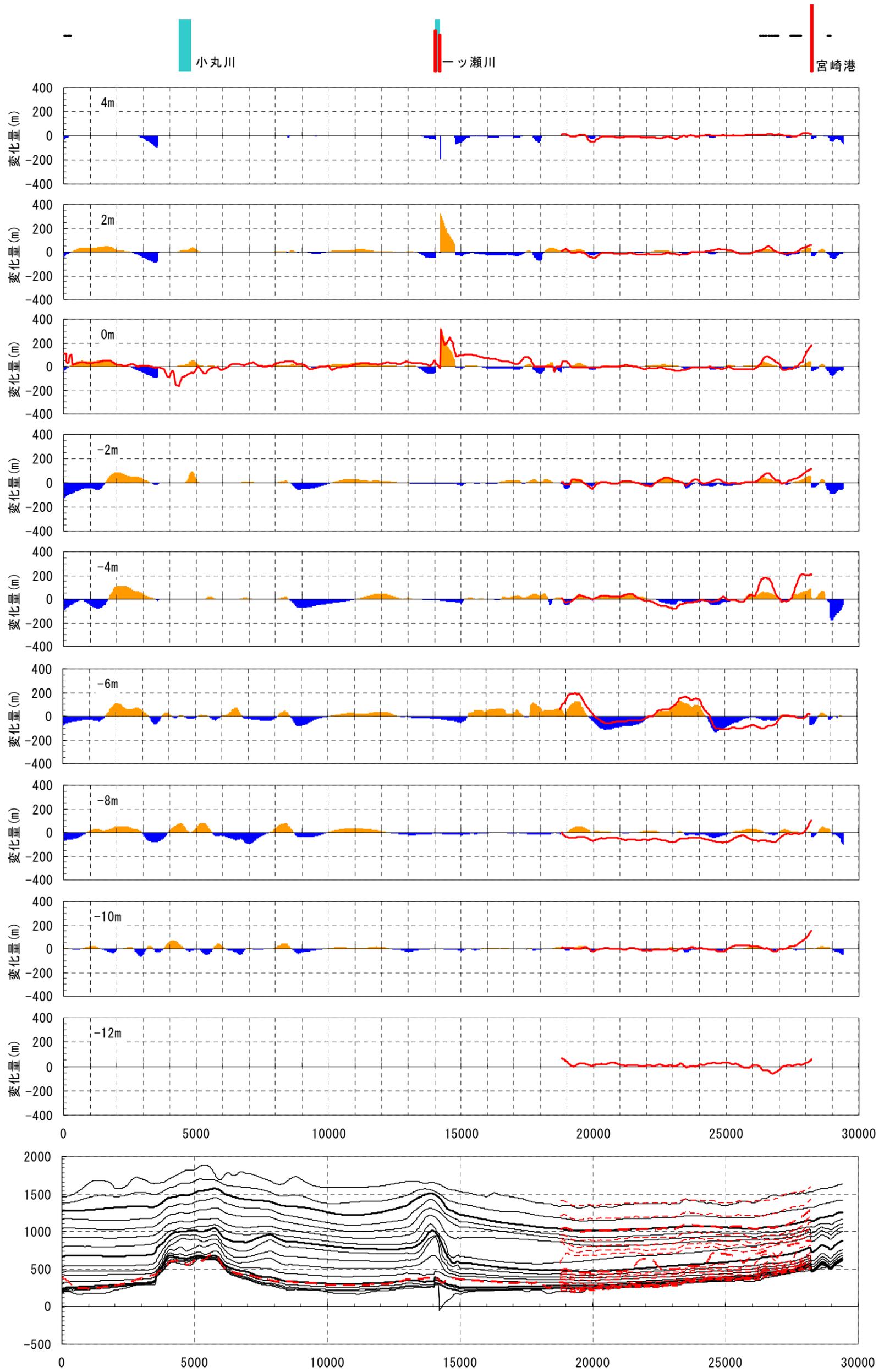


図- 5.3 等深線変化量および等深線形状 (赤線は実測値 1988年)

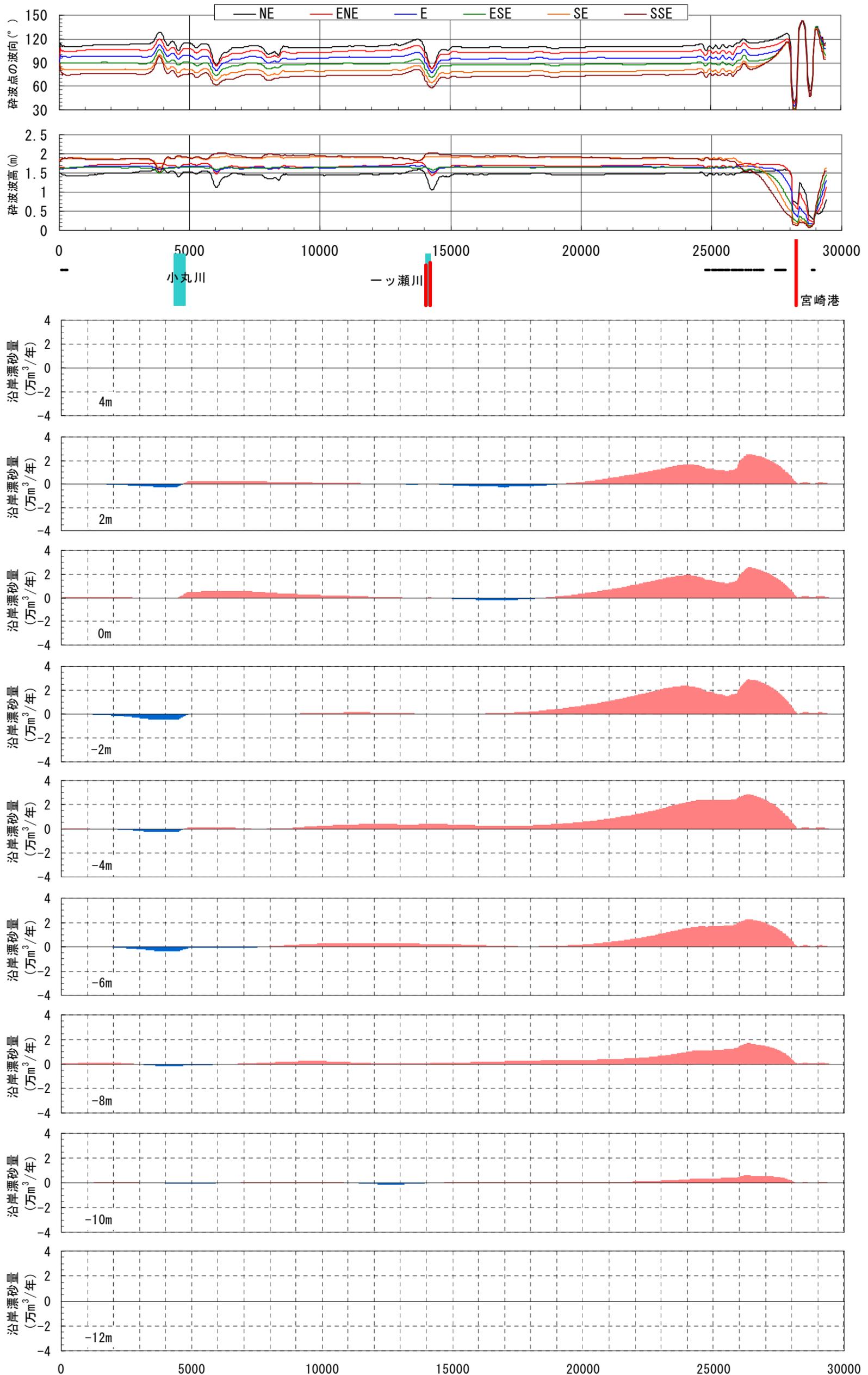


図- 5.4 碎波地点の波向・波高および沿岸漂砂量分布 (2004年)

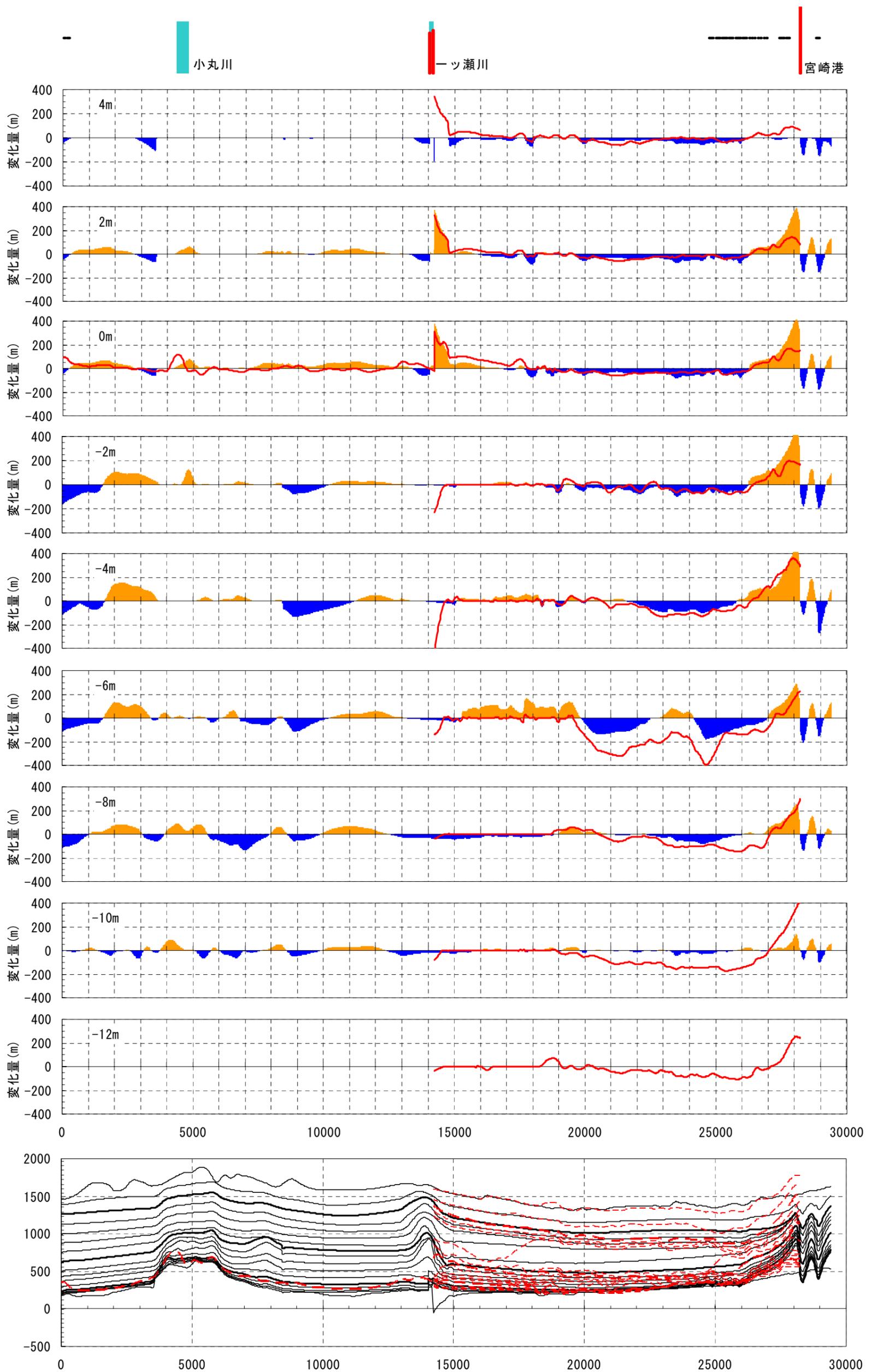


図- 5.5 等深線変化量および等深線形状 (赤線は実測値 2004 年)

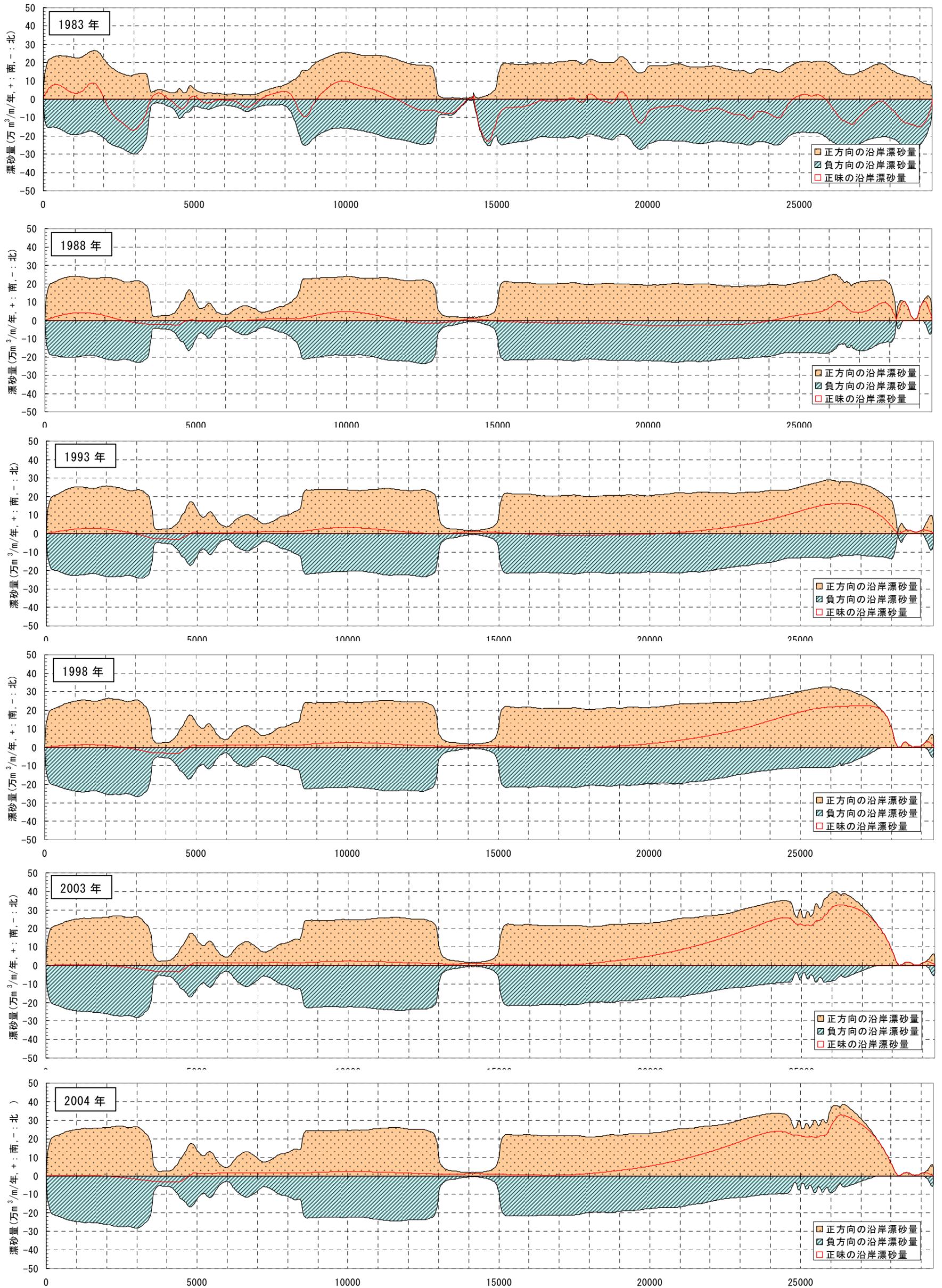
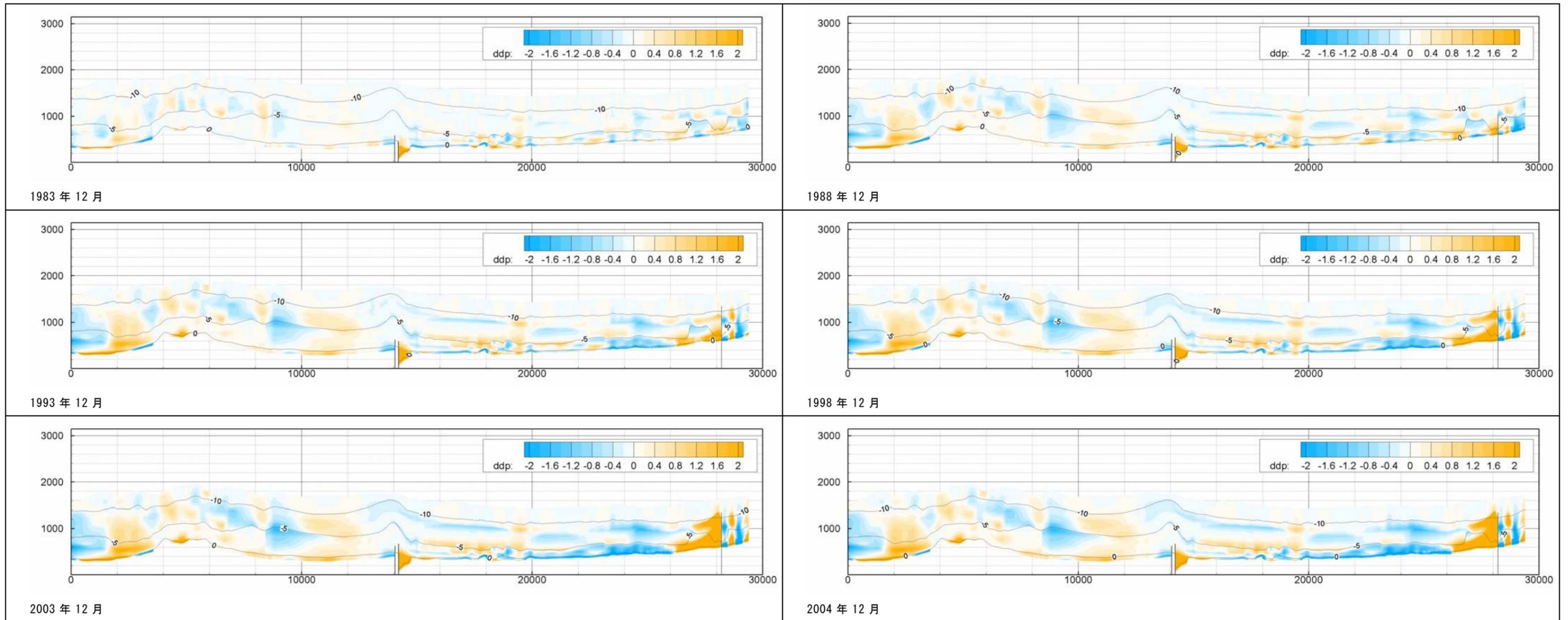


図- 5.6 沿岸漂砂量分布の変化



図一 5.7 地形変化量分布(1983年基準、コンターは1983年)