

図 4 小潮期間の流出最強時の流れと水位の水平分布図

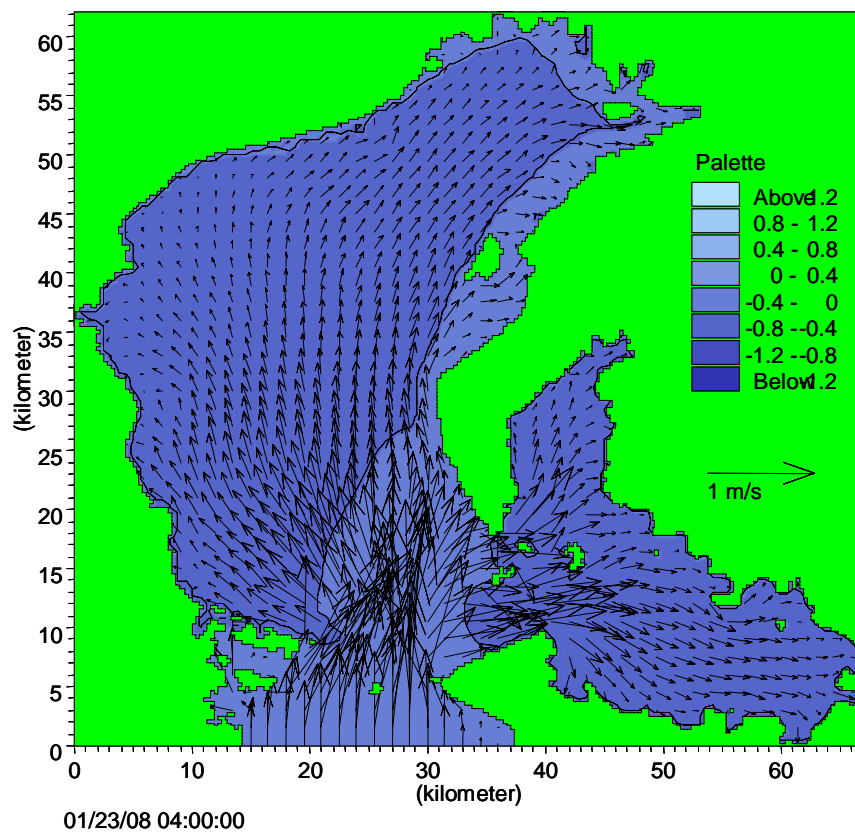


図 5 大潮期間の流入最強時の流れの水平分布図

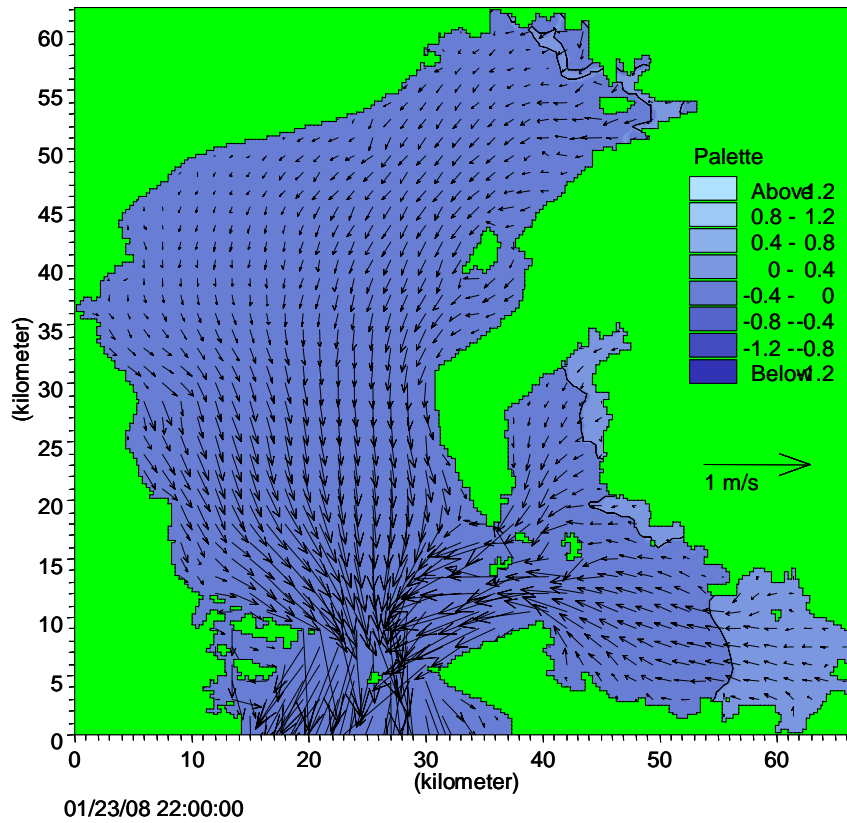


図 6 大潮期間の流出最強時の流れの水平分布図

図 7に計算期間 1 ヶ月平均した流速ベクトルの水平分布を示す。潮汐成分を除いた冬季の伊勢湾の恒流と考える。全体的に流れは弱く 0.1 m/s 以下となっている。湾口付近に時計回りと反時計回りの渦対が存在する。また、伊勢湾の西岸に沿って湾口に向かう流れが存在する。三河湾でははっきりとした流れが見られない。

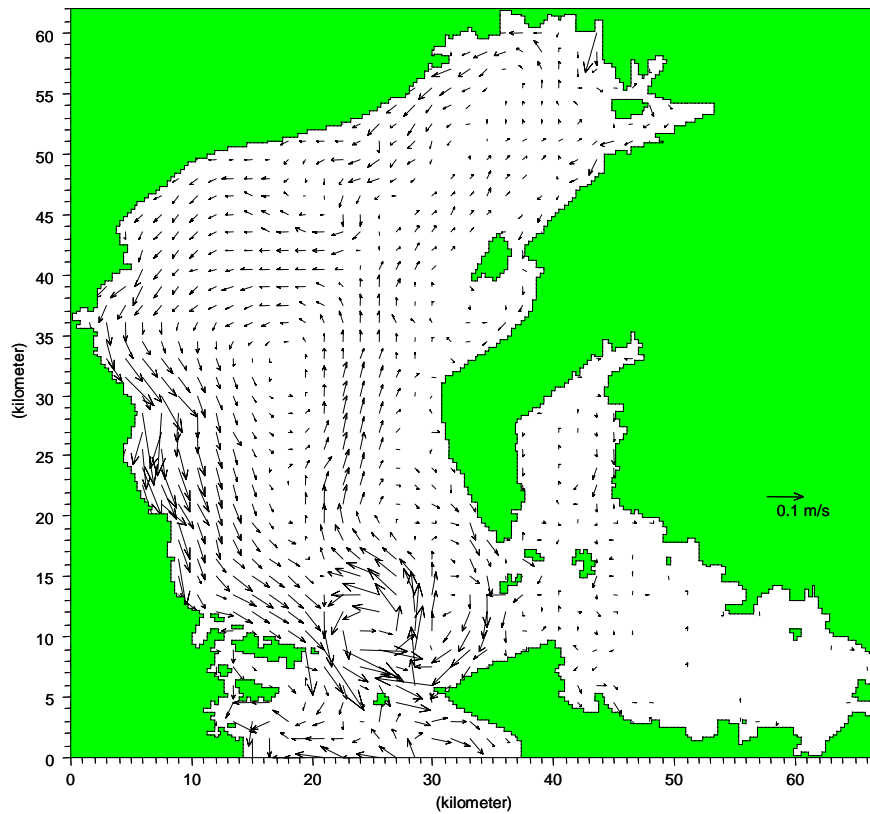


図 7 1ヶ月平均した流速の水平分布図

3.3 漂流物の追跡解析

3.3.1 風圧流の解析

1) 流速

風圧流 は以下の式で求められる。

$$U = K \times \sqrt{A/B} \times W$$

ここに、

U : 風圧流(m/s)

W : 風速(m/s)

A/B : 海面上面積 と海面下面積 の断面積比。対象とするペットボトルの海面上面積 91%、海面下面積 9%とする。

K : 風圧係数。小田巻(1986)²⁾は風の状態や漂流物の浮かび方によって幅を持つものと考えたほうがよく 0.02~0.05 ぐらいの値を持つとしている。

風速は伊勢湾の緯度、経度毎に与えられた時々刻々の値から漂流物位置の風速を求めることとする。風圧係数は小田巻(1986)によると、空ドラム缶で 0.032、船舶で 0.036 等の値が示されているが、海上保安庁では風圧中心が高い場合 0.035、風圧中心が低い場合 0.025 としている。漂流対象がペットボトルであるため風圧係数は 0.035 として風圧流を解析する。

<出典>

2)小田巻実(1986) : 沿岸域における漂流予測の試み、沿岸海洋研究ノート、第 23 巻、第 2 号

3.3.2 漂流物の追跡解析

1) 移流による移動

漂流物の追跡のための表層流は、海域の流れ \vec{V} と風圧流 \vec{U} を合成した表層流 \vec{D} とする。ある時刻 t に座標 (X_E, X_N) に位置した漂流物の Δt 時間における表層流による移動ベクトル $(\Delta X_E^C, \Delta X_N^C)$ は、座標 (X_E, X_N) における表層流ベクトル (D_E, D_N) を用い、以下のように求められる。

$$\Delta X_E^C = D_E \times \Delta t$$

$$\Delta X_N^C = D_N \times \Delta t$$

2) random diffusionによる移動

random diffusionによる移動は、ある時刻 t に座標 (X_E, X_N) に位置した漂流物の Δt 時間における乱流拡散による移動ベクトル $(\Delta X_E^D, \Delta X_N^D)$ は拡散係数 K_h を用いて以下のように示される。

$$\Delta X_E^D = R_i \cdot \cos(2\pi \cdot R_i') \cdot \sqrt{2 \cdot K_h \cdot \Delta t}$$

$$\Delta X_N^D = R_i \cdot \sin(2\pi \cdot R_i') \cdot \sqrt{2 \cdot K_h \cdot \Delta t}$$

ここに、 R_i, R_i' は $0 \sim 1$ の一様乱数、 K_h (m/s)は乱流拡散係数で Morales et al.(1997)³⁾により以下のように示される。

$$K_h = 10^{-4} \cdot (272.8 \cdot |V| + 21.1 \cdot |W|)$$

ここに、 $|V|$ ：海表面流速の絶対値(m/s)

$|W|$ ：風速の絶対値(m/s)

なお、本来の拡散現象であれば、 R_i は平均ゼロ、分散1の正規乱数であるべきであるが、ここでは拡散現象の標準偏差 $\sqrt{2 \cdot K_h \cdot \Delta t}$ のみを利用し、±標準偏差の範囲でrandomに拡散する(確率密度関数一定)、いわゆるrandom diffusionとして扱っていることになる。九州大学応用力学研究所ではOil spill simulationでも同様のrandom diffusionの取り扱いとしている。また、参考のため示すと後藤(1983)⁴⁾は津波による木材の流出の解析で同様の取り扱いを行っている。ただし、random diffusionによる移動の範囲は±0.5×標準偏差の範囲としている。

<出典>

3) Morales, R. A., Elliott, A. J. & Lunel T. (1997); The Influence of tidal current and wind on mixing in the surface layers of the sea, Marine Pollution Bulletin, 34, pp. 15-25

4) 後藤智明(1997); 津波による木材の流出に関する計算、第30回海岸工学講演会論文集

3.4 漂流物の追跡結果

漂流物追跡解析は、アルゴスボトル、携帯ボトル、生分解性ボトルの3ケースを実施した。なお、漂流物は表2に示す時間および場所に各河川でアルゴスボトル1個、携帯ボトル2個、生分解性ボトル100個投入している。計算に使用したGPVの地上の風を、図8に示す。

アルゴスボトルの計算結果を図9に、携帯ボトルの計算結果を図10に、生分解性ボトルの計算結果を図11に示す。

表 4.2 放流試験の概要

番号	河川名	放流日	放流時刻	緯度	経度	風向	風速	備考
1	木曾川	平成20年1月7日	06:40~06:49	35-01-56.9	136-44-22.6	北北東	2.1m/s	右岸河口部より放流
2	鈴鹿川	平成20年1月7日	07:50~08:05	34-55-51.4	136-38-50.0	calm	0.4m/s以下	右岸河口部より放流
3	中の川	平成20年1月7日	09:10~09:15	34-48-13.6	136-34-14.0	北北西	1.2m/s	右岸河口部より放流
4	安濃川	平成20年1月7日	06:45~07:00	34-43-46.9	136-31-46.0	西	0.4m/s以下	右岸河口部より放流
5	櫛田川	平成20年1月7日	08:05~08:15	34-36-13.6	136-34-09.8	南東	0.4m/s以下	左岸河口部より放流
6	宮川	平成20年1月7日	10:00~10:15	34-32-23.0	136-43-24.0	西	5m/s	左岸河口部より放流

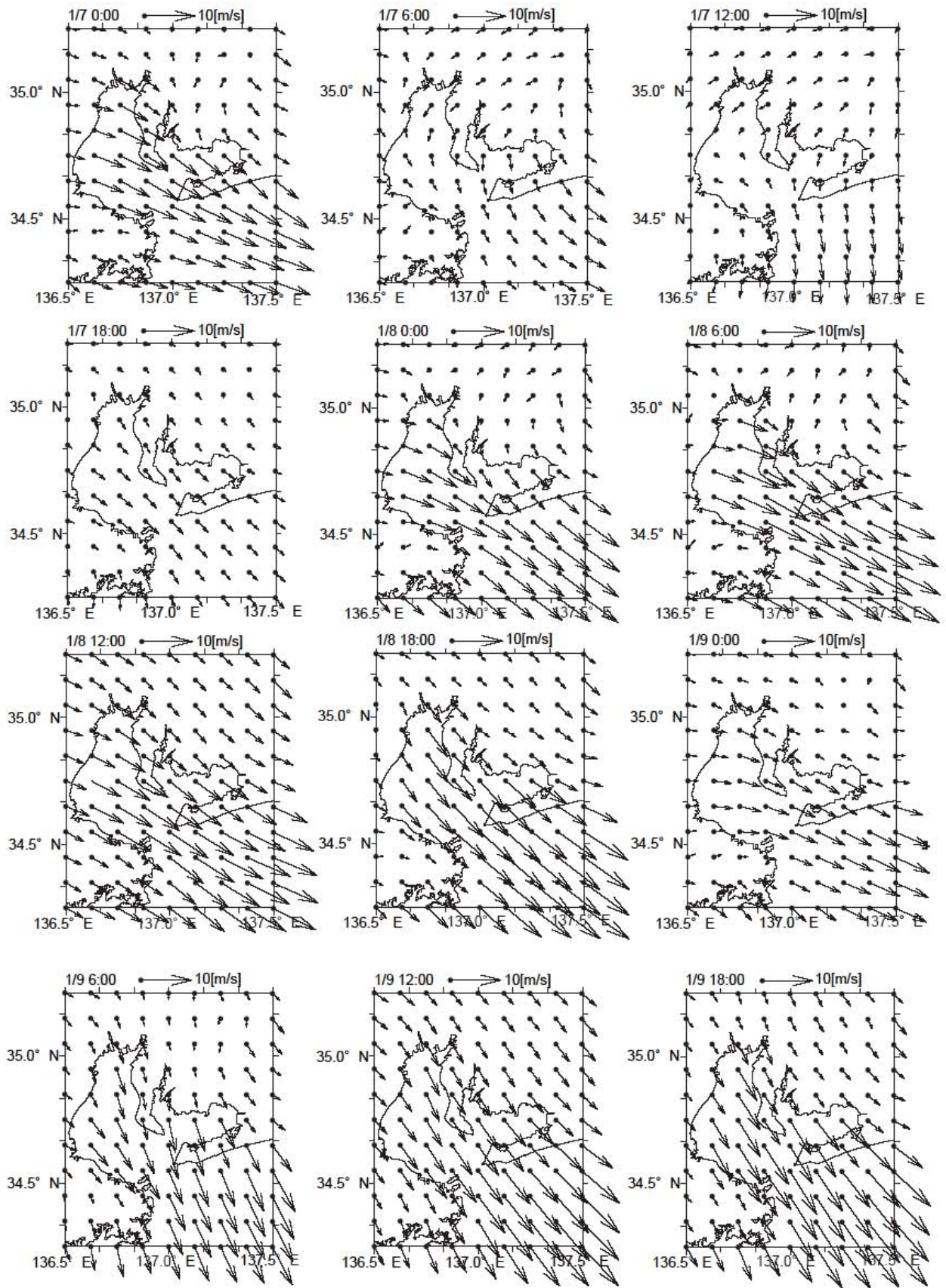


図 8(1) 伊勢湾の風の時間変化

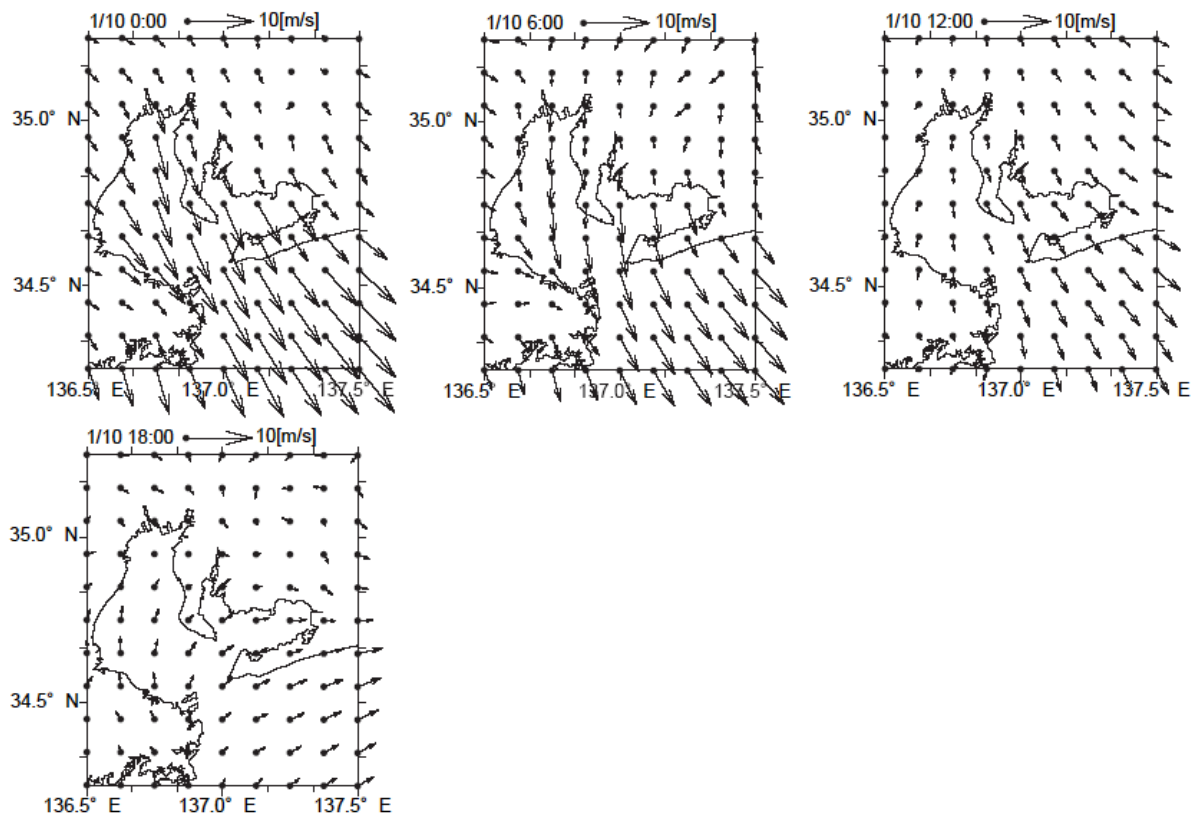


図 8(2) 伊勢湾の風の時間変化