

霧多布湿原が海の生物生産に果している 役割に関する研究

北海道大学水産学部
松永勝彦

1.はじめに

熱帯雨林等の腐植土は 10cm 程度の厚さしかないと言われているが、これは高温、多湿のため、枯れ葉や枯れ枝の分解速度が堆積速度を上回っているために、寒帯でみられるような厚い腐植土層は形成されない。

霧多布湿原はヨシ等が密集している底層湿原であり、低温地域のため、腐植土も形成されやすい。

著者らはこれまで海の光合成生物に果たす鉄の役割¹⁾や森林の腐植物質(フルボ酸鉄)が海藻(コンブ)や植物プランクトン⁶⁾に果たしている役割、さらに腐植物質の挙動^{7,10)}をこれまで明らかにしてきた。

霧多布湿原の沿岸海域は良好なコンブ等の生産地である。この海域に湿原が及ぼす影響を明らかにするために、本研究を行った。なお、本研究では海域の採泥を行い $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ を測定し、湿原の海への影響を調査研究する予定であったが、海域はコンブの生育の場であり、ほとんど岩盤地帯であった。従って、採泥することが出来なかったため、海水中の懸濁物質の $\delta^{13}\text{C}$ を測定し、海への湿原の影響を推測した。

2.方法

2.1 採水地と採水方法

湿原で5点、河川で3点、海域で8点行い、採水と採泥を行った(Fig.1)。採水は直接ポリエチレン瓶に採取した。あらかじめ加熱によって有機物を除いたGF/Fフィルターで試水をろ過した。ろ紙を塩酸蒸気中で放置し、含有されているかもしれない炭酸塩を除いた。海域での採泥は採泥可能な河口域でグラビティコアラで採取し、表層数 cm を切断して試料とした。湿原等陸の土壌は直接瓶に採泥した。

2.2 分析方法

栄養塩 (NO_3 , PO_4 , SiO_2) : オートアナライザーで分析した。

全鉄：Fe(II)に還元後、フェロジン試薬による比色定量法を行なった。

クロロフィル a：試水を GF/F フィルターでろ過後、DMF(N,N-Dimethylformide)による抽出後、蛍光光度法によった。

$\delta^{13}\text{C}$ ：フィニガンマツト社製、質量分析計によった。

$\delta^{13}\text{C}$ は次式によって求めた。

$$\delta^{13}\text{C} = (\text{Rsample}/\text{Rstandard} - 1) \times 1000$$

$$\text{Rsample} = (^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ sample}; \text{Rstandard} = (^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ standard}$$

Standard は Peedee belemnite を用いた。

3. 結果および考察

3.1 栄養塩及び鉄

河口および海域における採水地点の物理的状況を Table 1 に示した。水深は極めて浅いため、容易に上下の混合が生じるものと思われる。栄養塩は珪酸塩を除くと全地点を通し大幅な変動はみられない (Table 2)。リン酸塩は海域でも高いが、硝酸塩は $1 \mu\text{M}$ 以下と極めて低い。しかし、河川から常に硝酸塩等の窒素化合物が流入していることから、この海域では窒素不足によって生産力が制限されることはないものと思われる。

鉄は湿原および河川水で高濃度であるが (Table 3)、海域では河口を除き、検出限界以下 ($0.4 \mu\text{M}$) であった。検出限界以下であっても、外洋でさらに3ケタ低い nM のオーダーであることから、この海域ではコンブやプランクトンの生長や増殖に十分な鉄が湿原から河川を通して供給されているものと推定される。

3.2 クロロフィル a

結果を Fig.2 に示したが、全域に渡り数 $\mu\text{g/l}$ の濃度であり、この結果からこの海域は湿原からの栄養素ならびに腐植物質の供給により、生産力が維持されていることが明らかである。

3.3 湿原起源の粒状有機物が海に及ぼす影響について

粒状腐植物質が光合成生物の増殖や生長に多大の役割を果たしている (松永、未発表) ことから、湿原の腐植物質が海に流入した場合、どの程度の範囲に影響を及ぼしているかを知ることは重要である。

湿原及び海底土の泥土中ならびに海水中の懸濁物中の $\delta^{13}\text{C}$ 値を Table 4 に示した。

底泥中の $\delta^{13}\text{C}$ は $-27 \sim -30\%$ であり、樹木の腐植土の値とほぼ一致している。一方、海域では $-22 \sim -24\%$ と著るしくポジティブであるが、プランクトンの $\delta^{13}\text{C}$ はおよそ -20% のため、陸の腐植物質をプランクトンの混合比によって、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は異なることになる。湿原起源の腐植物質の影響をそれぞれのステーションで次式によって計算した。

$$\text{影響 (\%)} = \left\{ (\delta^{13}\text{C}_{\text{sample}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{plankton}}) / (\delta^{13}\text{C}_{\text{marsh}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{plankton}}) \right\} \times 100$$

結果を Table 4 並びに Fig. 3 に示したが、海域においては腐植物質の影響を数 10% 受けている。即ち、光合成生物の増殖や生長に大きく貢献していることを意味している。

河川中の腐植物質は海に流入すると塩効果により凝集する¹¹⁾。函館近郊の河口（塩分 10 - 15 PSU）でセジメントトラップを用い懸濁物質を捕集し、その $\delta^{13}\text{C}$ を測定したが、およそ $-26.1 \pm 0.4\%$ であり、森林の腐植物質と一致していた（松永、未発表）。このことから、霧多布河口域でも腐植物質は同様の挙動を示し、海に流入した腐植物質の 50% 程度は沈降するものと推定される。

4. おわりに

かつて湿原は無用の長物のように考えられていたため、私達は湿原を軽視していたが、実は陸から海までつながって初めてすべての生態系を維持できることが徐々に分かってきたため、湿原に限らず干潟等を保全しようとするうねりが世界で広がってきた。筆者はタイのマングローブが光合成生物に果たす役割も研究しているが、マングローブも湿原と同じ働きをしていることも徐々に明らかになってきた。霧多布湿原の沿岸はコンブ等の海藻が繁茂しているが、湿原が多大の寄与をしていることは間違いない。同時に魚介類の餌となるプランクトンの増殖にも貢献している。霧多布に限らず残存する多くの湿原は国家の貴重な財産として保全していかななくてはならない。

文献

- 1) 松永勝彦：森が消えれば海も死ぬ。講談社ブルーバックス（1993）。
- 2) Suzuki, Y., K. Kuma & K. Matsunaga: Effect of iron on oogonium formation, growth rate and pigment synthesis of *Laminaria japonica*. *Fisheries Sci.* 60, 373-378 (1994).
- 3) Matsunaga, K., Y. Suzuki & K. Kuma & I. Kudo: Diffusion of Fe(II) from an iron propagation cage and its effect on tissue iron and pigment of macroalgae on the cage. *J. Applied Phycology*, 6, 397-403 (1994).
- 4) Suzuki, Y., K. Kuma, I. Kudo & K. Matsunaga: Iron requirement of the brown macroalgae *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida* and the crustone coralline algae, and their competition in the northern Japan Sea. *Phycologia*, 34, 201-205 (1995).
- 5) Suzuki, Y., K. Kuma, I. Kudo & K. Matsunaga: Iron requirement of the brown macroalgae *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida* and the crustone coralline algae, and their competition in the northern Japan Sea. *Phycologia*, 34, 201-205 (1995).
- 6) Matsunaga, K., Nishioka, J., Kuma, K., Toya, K. & Suzuki, Y.: Riverine input of bioavailable iron supporting phytoplankton growth in Kesenuma Bay (Japan). *Water Res.* 32, 3436-3442 (1998).
- 7) Matsunaga, K., Negishi, M., Fukase, S. and Hasebe, K.: Chemical species of copper in the River Shukunohe and the Lake Ohnuma waters in Japan. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 32, 199-202 (1980).
- 8) Matsunaga, K., Igarashi, K. and Fukase, S.: Behavior of organically bound iron in lake and river waters in Japan. *Japan Limnology*. 43, 182-188 (1982).
- 9) Negishi, M. and Matsunaga, K.: Organically bound copper in lake and river waters in Japan. *Water Res.*, 17, 91-95 (1983).
- 10) Matsunaga, K., Igarashi, K., Fukase, S. and Tsubota, H.: Behavior of organically bound iron in seawater of estuarine. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 18, 615-622 (1984).
- 11) Sholkovitz, E.R., Boyle, E.A. and Price, N.B.: The removal of dissolved humic acids and iron during estuarine mixing. *Earth & Planetary Sci, Letter*, 40, 130-136 (1978).

Table 1 サンプルング地点の物理的状況

Station.No (河口～沿岸)	Salinity (PSU)	Temp(°C)	Water Depth (m)
st.1	26	15.5	0.8
st.2	30	13.9	2.5
st.3	31	13.3	1.5
st.4	31	13.4	3.0
st.5	33	12.9	1.2
st.6	33	12.1	4.3
st.7	32	12.5	5.5
st.8	32	12.7	4.5
st.9	33	12.9	1.6
st.10	33	12.9	1.7
st.11	33	11.3	1.7

Table 2 栄養塩濃度

場所	Si (μ M)	NO ₃ +NO ₂ (μ M)	NO ₃ (μ M)	PO ₄ (μ M)
湿 1	22.0	2.9	2.6	0.82
湿 2	97.2	0.6	0.5	0.22
湿 3	110	0.8	0.7	0.20
湿 4	97.3	0.4	0.3	0.14
湿 5	46.7	3.1	2.9	0.23
st.a	210	3.7	3.6	0.56
st.b	178	5.4	5.2	0.38
st.c	171	5.0	4.8	0.32
st.1	32.7	1.0	0.9	0.34
st.2	20.2	0.8	0.6	0.51
st.3	25.7	1.2	1.0	0.59
st.4	27.3	0.9	0.8	0.58
st.5	18.4	0.6	0.6	0.68
st.6	21.9	1.1	1.0	0.64
st.7	25.7	1.1	1.0	0.62
st.8	26.7	1.0	0.8	0.55
st.9	21.2	0.8	0.7	0.60
st.10	23.6	0.6	0.5	0.61
st.11	15.7	0.4	0.4	0.48

Table 3 鉄濃度

場所	Fe 濃度 (μ M)
湿 1	3.9
湿 2	4.8
湿 3	3.7
湿 4	2.2
湿 5	8.9
st.a	5.3
st.b	3.9
st.c	4.6
st.1	1.9
st.2	1.2
st.3	1.0
st.4	0.8
st.5	0.3
st.6	0.5
st.7	0.5
st.8	0.6
st.9	0.5
st.10	ND
st.11	ND

場所	δ ^{13}C (‰)	影響 (%)
湿 1 (土)	-27.89	
湿 2 (水)	-29.97	
湿 3 (土)	-28.53	
湿 4 (水)	-28.88	
湿 5 (水)	-26.85	
st.b (土)	-28.54	
st.c (土)	-27.10	
st.1 (土)	-24.05	
st.1' (土)	-25.69	
st.2 (土)	-25.97	
st.1	-24.09	44.4
st.2	-22.84	27.5
st.3	-22.50	22.9
st.6	-23.27	33.3
st.7	-24.12	44.8
st.8	-24.22	46.2
st.9	-23.03	30.1
st.10	-23.85	41.2
st.11	-23.68	38.9

Table 4 $\delta^{13}\text{C}$ 値と湿原起源の有機物質の影響率

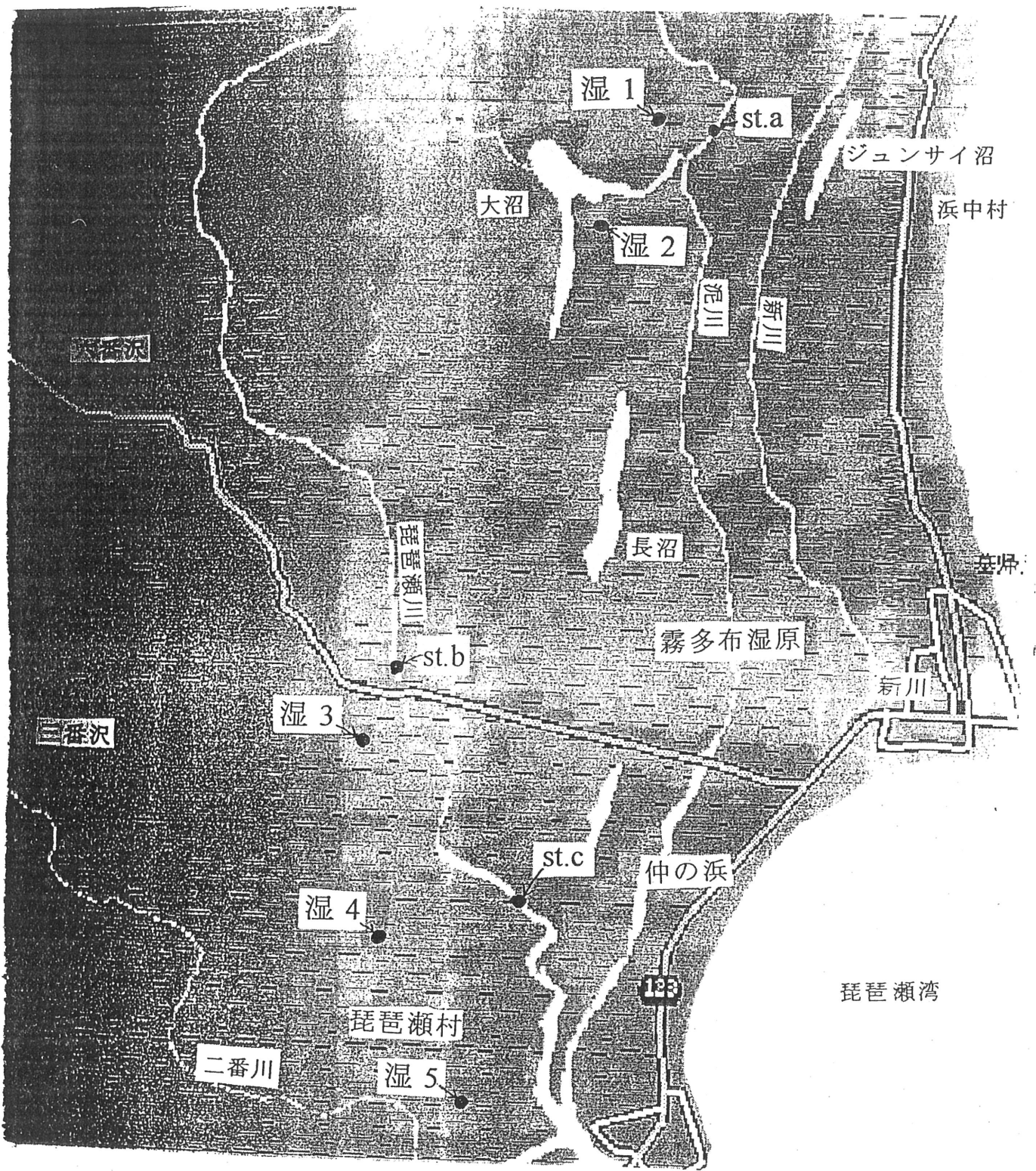


Fig. 1 サンプルング地点

厚岸郡浜中町

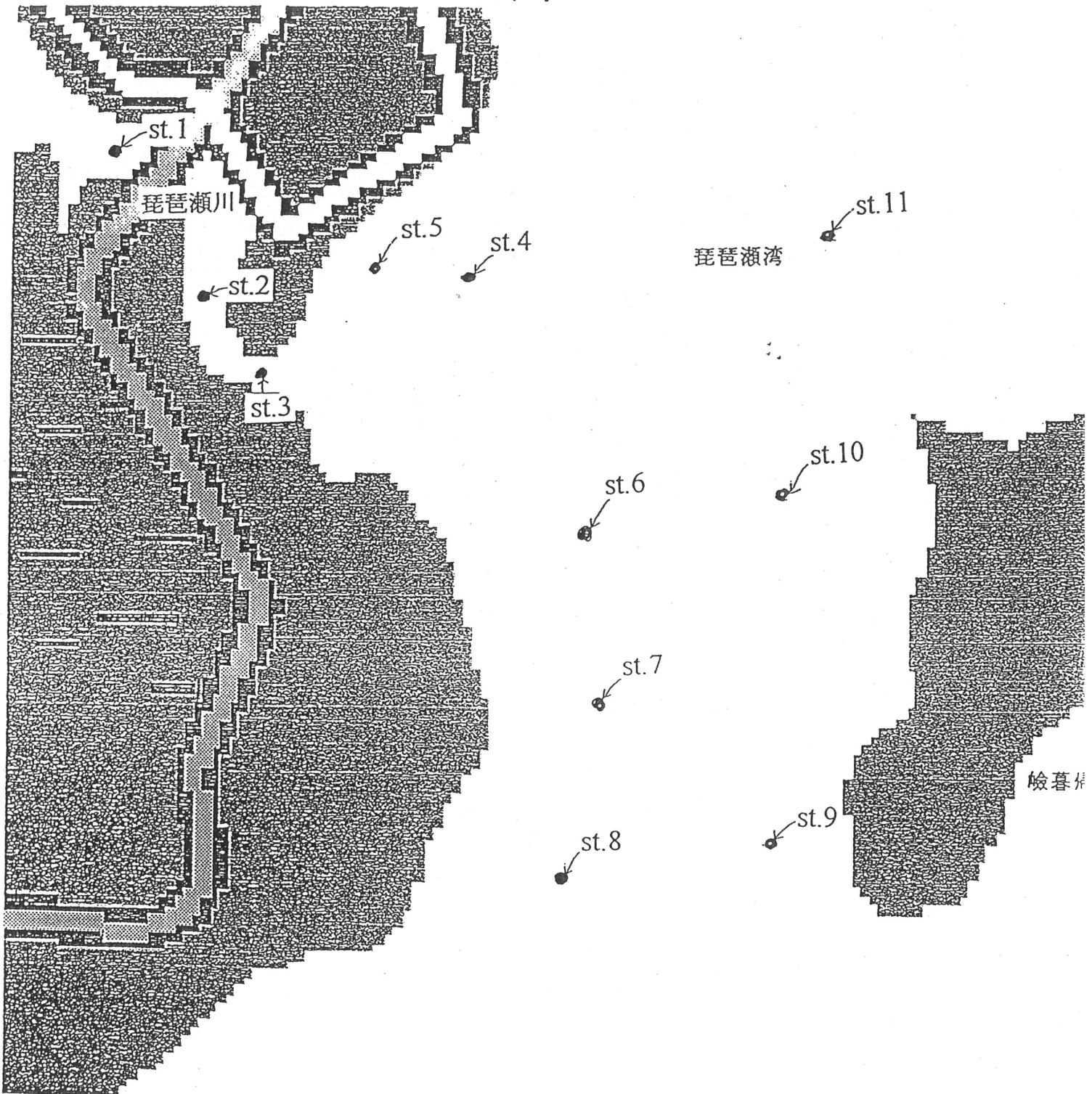


Fig. 1 サンプルング地点

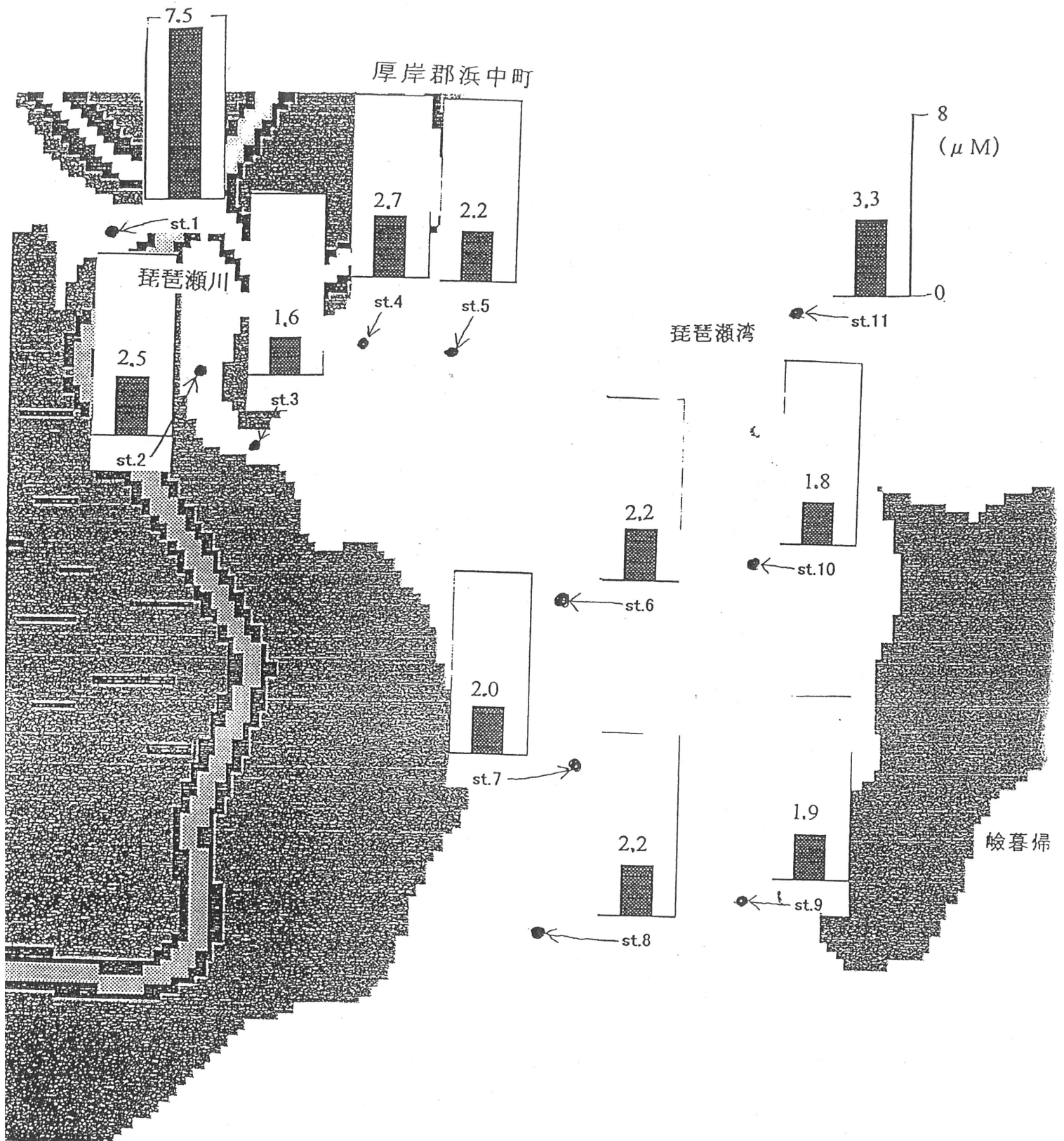


Fig. 2 クロロフィルa 濃度 (μM)

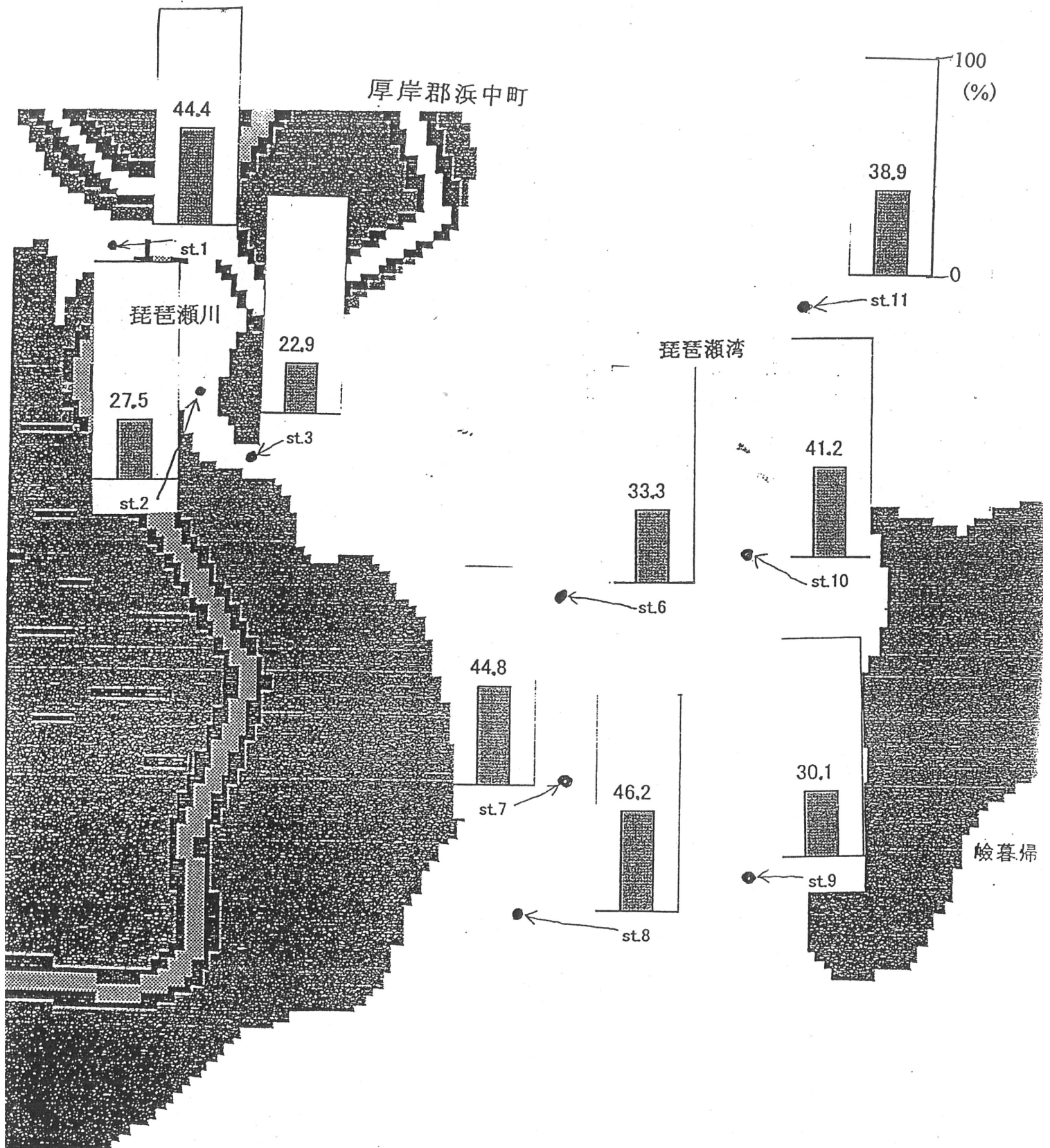


Fig. 3 湿原起源の有機物質の影響率 (%)