

(16) 石狩川河口の密度流 -3- 表層塩分濃度に及ぼす風の影響

北海道大学農学部

堂 腰 純

緒言；河川感潮部から農業用水を取水する場合に河川表層水に塩水楔から拡散した塩分が混入し、障害をよんでいることは既に報告⁽¹⁾したところであるがその量的影響について4つの原因を挙げた。すなわち (1)河川流量減少の影響、(2)潮汐による影響、(3)低気圧による影響、(4)河面上の風向、風速による影響 等である。これ等の原因を夫々解析の結果その状態を明らかにすることが出来た。調査地である石狩川河口は北海道石狩平野の北方に位し、日本海石狩湾に面し流域と密接な関係をもっている。然し潮差は極く少く約22 cmにすぎずこれに気圧変化によるものが加へられる。年変化の傾向をみると気圧と潮位とは非常によい相関を有し潮汐はむしろ微小変動量的存在であり、その影響するところから、塩水楔の遡上速度に若干の影響をよへるにすぎない。これは潮差の大きな太平洋岸との大きな相異と云へよう。潮差の少ない河口にあつては河口内の下層はいわゆる塩水楔となつてゐるが勿論洪水等の出水後に於ては完全に河口外に排出せられ流量の減少にともなつて徐々に侵入し⁽²⁾ 夫々の流量に応じて楔の先端は前進後退する。又実測より表層淡水と下層塩水とは比較的安定な境界面をもつてゐるが、表層水の流下により、境界面に内部波が発生する⁽³⁾と全時に境界面を通じて下層塩水が表層淡水に拡散が行われる。従つて境界面を通じて渦動拡散した塩分は下流程指数を動的に増加するが、⁽⁴⁾ 河川流量と或る地を固定した表層塩分濃度が一義的に決定出来ないことは fig-2 に示す通りであり、この原因として風が最も大きいものであることが判明した。即ち、凡の河面にあたへた水平方向の剪断力、垂直方向の風圧、風の乱れ、及び淡水層を通じて内部波の発達による塩分の異常な拡散について考察し、これを裏付けるための予備実験を行つた。

測定結果及び考察；出水後の塩水楔が完全に排出された場合を除いて表層塩分濃度と風速との関係は非常に強い相関を有することが判明した。(図講演会) 海洋の吹送流の研究

に於ては既によく知られてゐる通り、風が長時間一定方向に吹く場合には風速 U と水面に作用する剪断力 τ との間には

$$\tau = \rho k U^2$$

の関係がある。

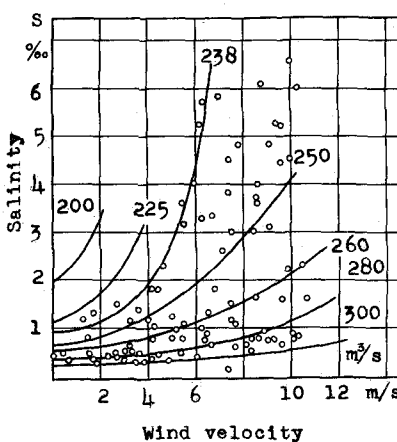


fig. 1

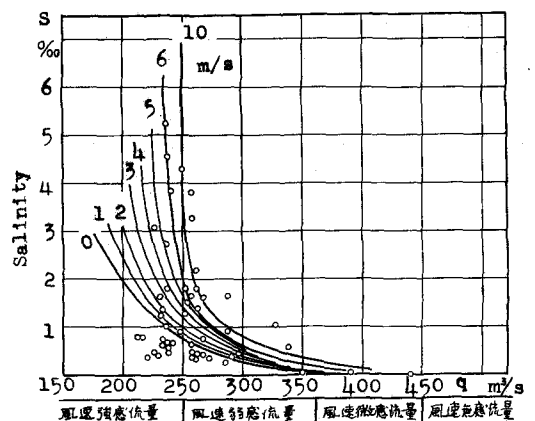


fig. 2

但し ρ : 空気の密度 $\rho = 0.0013$, Munk によると $U < 6.6 \text{ m/s}$ で $k = 0.0008$ であるが $U > 6.6 \text{ m/s}$ になると $k = 0.0026$ となり剪断力 τ_0 は急激に増大することが述べられている。風速が 6 m/s 前後に達すると水面との摩擦抵抗が増加した状態は表層塩分にも現

表層塩分濃度に及ぼす原因

	原因	流量階級
一次原因	流量	流速無感流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上
二次原因	風	流速微感流量 $450 \sim 360 \text{ m}^3/\text{sec}$
三次原因	潮汐, 低気圧	流速弱感流量 $360 \sim 250 \text{ m}^3/\text{sec}$
		流速強感流量 $250 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以下

われる。風速と表層塩分濃度との関係の實測例を fig. 1 に示す。又風により水面に与へられたエネルギーが塩分=重層の境界面に達すると内部波の発達を促進せしめ渦動によつて下層塩水が表層淡水層に拡散するが吾々の観測した北生振取水地奥に於ては毎時平均風速の最大値を示す時

刻より約 11 ~ 13 時間, 平均 12 時間のおくれをもつて表層水の塩分濃度の最高があらわれることを實測した。(因満海会) これ等の結果より表層塩分濃度に及ぼす原因は上表の如くなり, $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の流量に於て表層塩分濃度があらわれ, $360 \text{ m}^3/\text{s}$ より $250 \text{ m}^3/\text{s}$ までは風速が約 6 m/s 以上にならなければ濃度が高まらないが $250 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下に於ては, 風速が増加すればする程表層塩分濃度が高まる。従つて河川流量と風速の時間的変化より表層塩分濃度の予測をする事が出来取水に対する応急処置をすることが可能となつた。次にこれ等の観測資料にもとづき解析を行つた結果風の息即ち風速の乱れのエネルギーのスペクトル分布より内部波の発達することが予想されたのでこれの實驗を行つてこの予測の正しいことを實証した。即ち fig-3 の如く, 水面に与へられた力は一部剪断力となると共に水面下に圧力 p_0 が与へられ, この p_0 はスペクトル分布を有し, 内部波の振動数に等しい振動数を常に存在させてあり, 次第に内部波の発達を促進せしめると考へる。風速 - 流量 - 表層塩分濃度 ‰ ことが出来る。fig. 4 に示す實驗装置を試作し, 真空ボ

石狩川北生振取水地奥					
風速	流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$				
m/s	350	300	250	220	200
0	0.01	0.03	0.07	0.13	0.20
1	0.01	0.03	0.075	0.17	0.25
2	0.01	0.035	0.09	0.21	0.33
3	0.012	0.04	0.11	0.27	
4	0.013	0.04	0.13	0.40	
5	0.014	0.045	0.15		
6	0.015	0.05	0.20		
7	0.016	0.056	0.28		
8	0.017	0.062	0.35		
9	0.018	0.068			
10	0.02	0.075			

ンプにて減圧し下層内部波の週期に共振せしめる様にストロフ コックを加減すると直ちに大きな振幅をもつて振動し, 境界面に著しい相対速度差を生ずることが観測された。實驗に使用された液体はキレロールと水であるが詳細は講演会及び論文発表にゆづる。

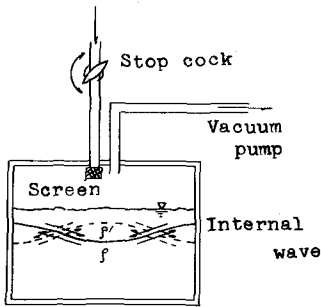


fig. 4

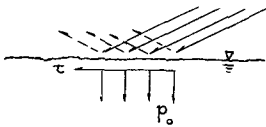


fig. 3