

# 波浪によって霞ヶ浦湖岸砂浜域に打ちあげられた湖水の挙動について

河崎 正・浜田 篤信

波浪によって湖岸帯に打ち寄せられる湖水は、砂浜や水生植物帯において質的变化を受け浄化されるのではないかと考えられている。現在の霞ヶ浦湖岸帯は、殆んどコンクリート護岸でおまわられているが、かつての自然の状態の喪失が水質、環境、生態系に影響を与えたのではないかと考えられ、水生植物帯や砂浜の造成ないしは復元は有効な生態系改善策となりうるであろう。水域環境の保全に果す砂浜や水生植物帯の重要性が最近指摘され、造成・復元についても試行錯誤が見られるがそれに係る基本的知見が少なく有効なものとなり得るとい保障はないように思われる。

以上のような状況をふまえ、本報告では、定量化の第一段階として、霞ヶ浦湖岸帯（砂浜）における水収支、即ち打ち上げ水量、浸透水量、浸透率をとりあげた。

## 1. 調査方法

調査地点は、行方郡玉造町高須地先の霞ヶ浦で、勾配9/100の砂浜である。砂浜の規模は、50m × 5m程度であった。

波浪による湖岸帯陸域への打ち上げ水量（波浪流量という）及び砂浜・砂層への浸透水量の測定は、著者が報告した方法によった。風向・風速については、当場の屋上で測定した値を用いた。

## 2. 調査結果

### (1) 波浪流量

波浪流量は、風向・風速によって大きな影響を受けるものと考えられるので、風速の異なる条件下で測定を行った。結果は表1、図1のとうりである。図中には、風向を、前面からの風と

表1 風向・風速と波浪流量の関係

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
風向 風速(m・s)	E 5	NW 17	NW 17	NW 17	NE 5.5	S 5.5	SE 15	SSW 4	W 8
波高(cm)	4	35	26	30	1.0	1.6	22		8
波浪流量	709	8585	4449	4554	890	1844	2654	1242	2447



10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NW 6.5	NW 4.7	NW 3.8	SW 2	NWW 6.5	NWW 5.8	NWW 5.3	NWW 4.8	SE 6	SSE 6	SSW 9
	3.5	2.3	1.2	7.0						
2265	1767	1532	1016	2741	2214	1854	1954	697	1297	1352

$Q_w (m^3 \cdot m^{-1} \cdot day^{-1})$

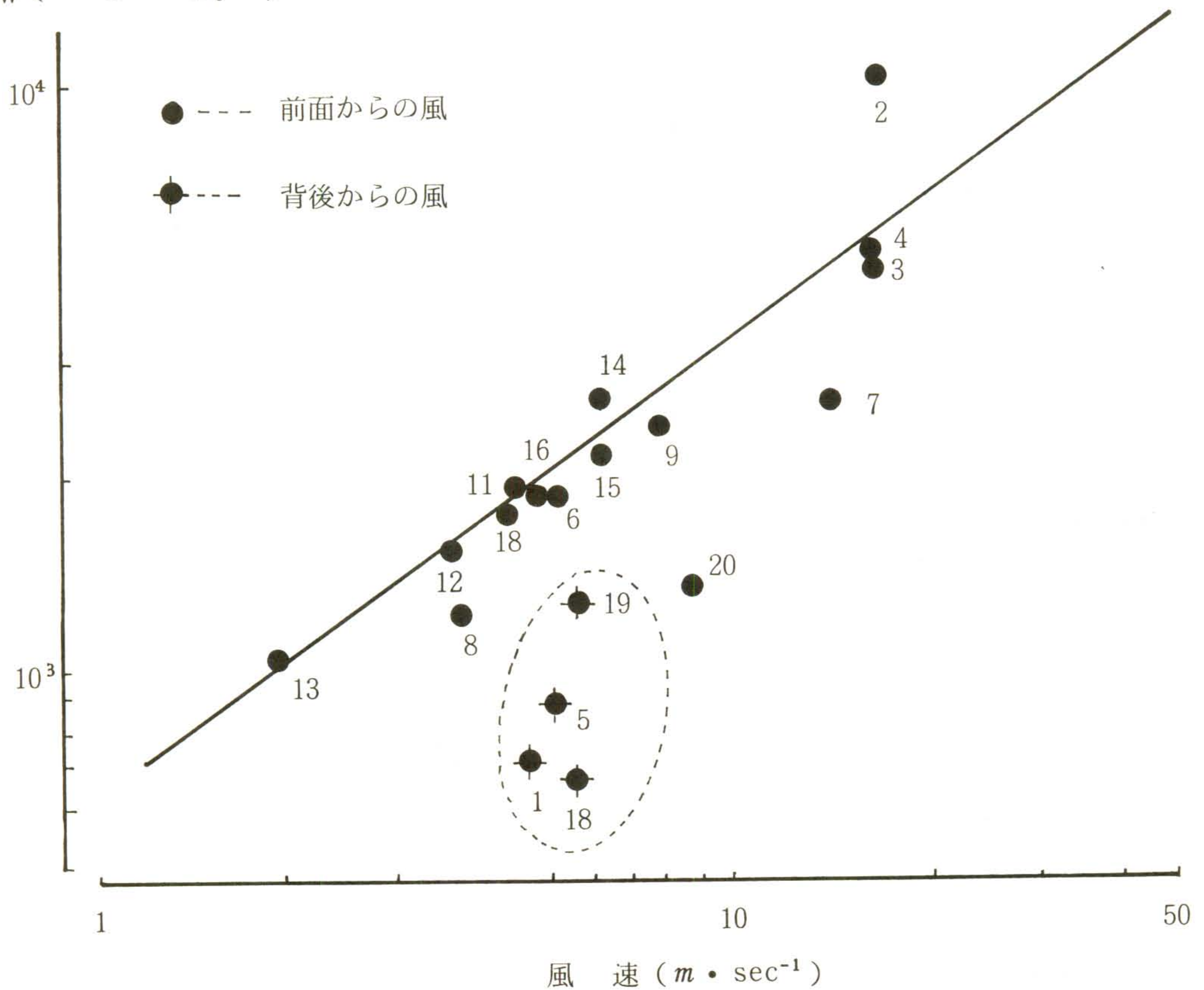


図1 風向・風速と波浪流量

背後からの風に分けて図示してある。前面からの風とは、湖面から汀線に向かって吹く風を云い、NWN-SESの風向のものを、背後からの風とは陸側から湖面に向って吹く風でSES-NWNの風向の風である。

前面からの15測定例について整理すると、波浪流量 ( $Q_w$ ) と、風速 ( $W$ ) の間には、(1)式の関係が成り立っている。



$$Q_w (m^3 \cdot day^{-1} \cdot m^{-1}) = 618.93 W^{0.658} \quad (1)$$

これに対し、背後からの風についての5測定例について見ると、前面からの風の場合に比較してすべて低めとなっている。測定例は少なく、又、変動も大きい5例の平均値をとると前面からの風の測定値のほゞ1/3に相当している。湖全体について考えると、ある方向の風は、湖岸の1/2については前面からの風で残りの1/2の地点については背後からの風を受けることになる。したがって、湖全体の波浪流量( $\Sigma Q_w$ )を算出する式は(2)式となる。

$$\Sigma Q_w (m^3 \cdot day^{-1}) = (Q_w \cdot L/2 + Q_w/3 \cdot L/2) = 2/3 L \cdot Q_w \quad (2)$$

ここで、Lは湖岸線延長である。

以上の検討から、風向・風速が観測されていれば、波浪流量は(2)式から概算することができる。風向・風速は季節によって大きく異り、詳細な検討を行うには、時間ないしは日単位毎の検討が必要かもしれないが、こゝでは、おゞよその値を知る目的で平均風速を2.5 m/sec、湖岸線総延長122 Kmとして霞ヶ浦について計算してみた。W=2.5、L=122×10<sup>3</sup>を(2)式に代入すると、波浪流量として、0.92×10<sup>8</sup> ton/dayを得る。この値は、湖貯水量の18%、流入河川の水量の288%にも相当する膨大なものである。

## (2) 浸透水量

波浪流量の大部分は、ゆるやかな勾配の湖岸帯陸域の表面を流下し湖へ戻るが、一部は地下に浸透し、更に汀線方向へ移動したあと湖へ戻る。この過程で湖水はろ過分解等の変化を受けることが予想され水質変化と同時に浸透水量の把握が重要な課題である。表2に、波浪によって打ち上げられた湖水の浸透量測定結果を示した。又、図2に図示した。浸透水量は風速の増加とともに増大し、特に6 m/secを越える頃から急激に増大するようである。10 m/sec以上の測定例がないが、ロジスティック曲線で近似できるようである。

## (3) 浸透率

浸透水量と同時に波浪流量の測定を行った7例について浸透率(浸透水量/波浪流量)を表2、図2中に示した。浸透率は、3-7%の範囲にあって、風速が大きい程、高率となるようである。すなわち、波浪が大きく打ち上げられた湖水が砂浜の上部に到達する程、大きくなることがわかる。又、浸透率( $Q_i/Q_w$ )と風速との関係はおゞむね次式に

$$Q_i/Q_w (\%) = 0.76W + 1.4 \quad (3)$$

したがう。勿論、砂浜の勾配、砂層を構成する砂の粒度によっても異なるが、浸透水量を推定す



表2 波浪によって打ち上げられた湖水の浸透水量 (ℓ/h)

汀線からの距離 $m$	0.10	0.50	0.80	1.10	$Q_i = K \exp.(-b\ell)$		$\Sigma Q_i$ ( $m^3 \cdot m^{-1} \cdot day^{-1}$ )	備考 波浪流量 (ton)	
					k	b			
NW 6.7	4.8	3.5	2.7	2.1	5.24	0.829	301	-	
NW 4.8	1.4	1.2	0.82	0.64	1.61	0.814	94	1767	
NW 3.8	1.1	0.79	0.69	0.44	1.22	0.868	72	1532	
NW 2.0	0.45	0.35	0.30	0.22	0.49	0.693	34	-	
NW 0.5	0.18	0.13			0.19	0.813	11	-	
汀線からの距離 $m$	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	$Q_i = K \exp.(-b\ell)$		$\Sigma Q_i$ ( $m^3 \cdot m^{-1} \cdot day^{-1}$ )	備考
						k	b		
NWW 6.5	4.4	2.5	1.5	0.73	0.44	7.96	1.93	173	2741
NWW 5.8	3.5		1.0	0.47		6.27	2.12	124	2214
NWW 5.3	2.2	1.5	1.1	0.48	0.30	3.94	1.69	90	1854
NWW 4.8	1.6	0.98	0.88	0.21	0.21	2.94	1.73	70	1954
NW 10		14.8	7.51	3.95	2.89	41.5	1.85	1059	-

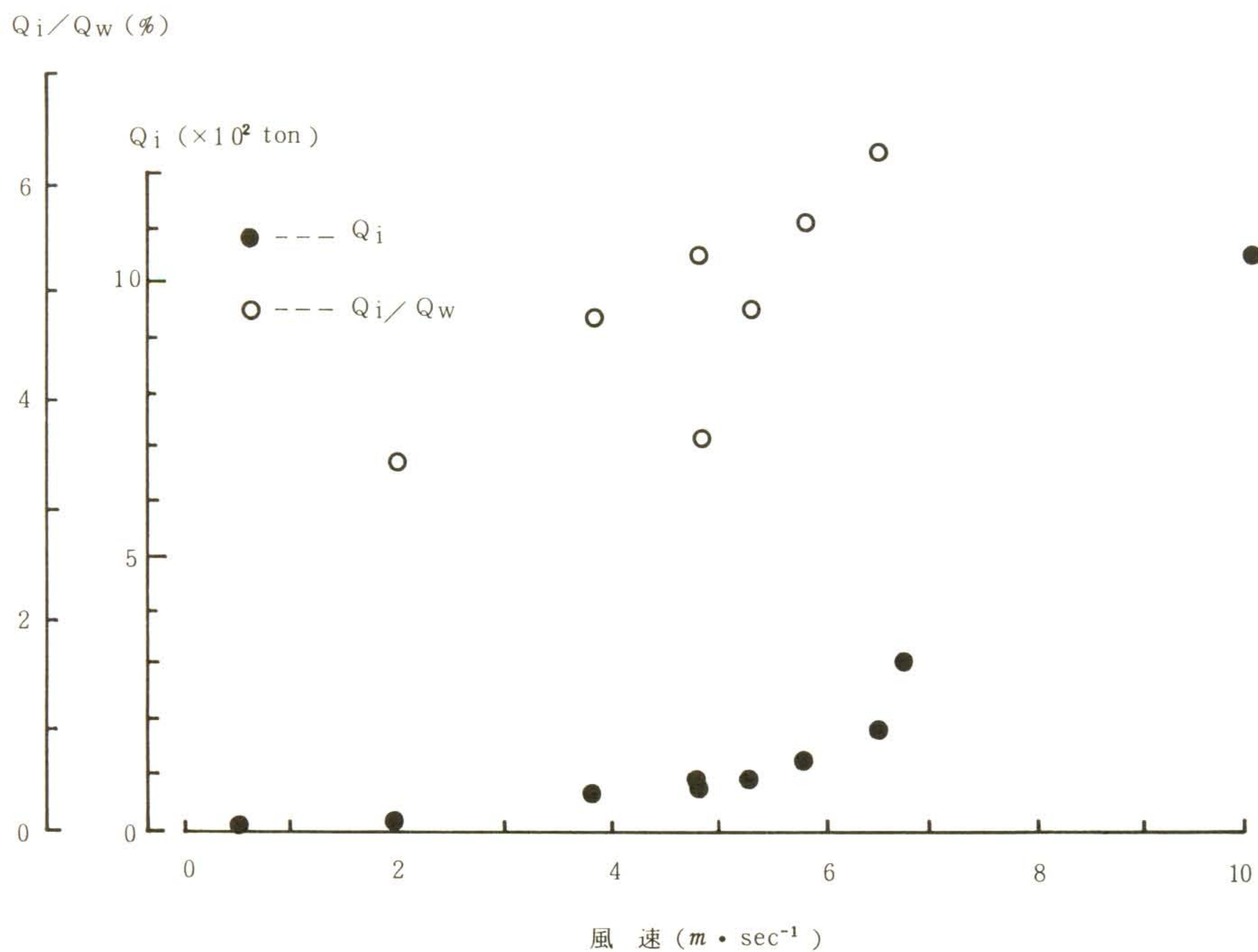


図2 風速と浸透水量，浸透率の関係



るには、(2)と(3)式を考慮して(4)

$$\Sigma Q_i = 2/3 \cdot L_s \cdot Q_w (7.6 \times 10^{-3} W + 0.014) \quad (4)$$

式から推定することができる。こゝで $L_s$ は湖の砂浜域湖岸線の延長である。

### 引用文献

- 1) 浜田篤信(1990)：霞ヶ浦湖岸汀線上における波浪流量について，本誌26。
- 2) 浜田篤信(1991)：波浪によって砂浜域に打ちあげられた湖水の浸透水量の測定法，本誌27。