

海況と漁況との関係に関する基礎的研究

第1報 海況の時間的变化の大きさについて

高 橋 淳 雄

Fundamental Study On the Relation between the Oceanographical
Conditions and the Fisheries

I. On the Order of Time Variation of Physical Properties in the Sea

Tadao TAKAHASHI

緒 言

海洋に於ては同時観測の困難なる為、種々の要素の分布は定常状態に近いと云う大前提の下で時間的変化を無視した多くの議論が為されて来た。しかしその様にして得られた海洋図乃至結論は、気象図の場合に比して著しく精度の劣るものであることも亦多くの人々に既に指摘されて来ていることである⁽¹⁾。従つて同時観測又は極めて短時間の中に非常に多くの資料を獲得し得る様な装置⁽²⁾による観測が為されなければ、正確なる海況は把握されない。しかしながら今尚、一応の検討もなくして時間的变化を無視されることが多く、特に水産関係に於ては、一点に於ける一回の観測がその地点の海況を十分正しく代表するものと為す取扱いが、何の顧慮もなく行われている⁽³⁾。例えば縄漁業に於て、縄を延え終つて後の見張りの数時間の間の任意の或る時刻に唯一回の観測（多くの場合は最も変動の激しい表面水温だけ）が為され、その値がその時の漁獲に直ちに結びつけられるが如き大胆なる取扱いである。一步を進めてその資料を推計学的に処理されたにしても、恐らく却つて、これだけの資料からは期待する様な結論は出ないと云う結論を導き得るに過ぎないであらう。我々は時間的变化の機構に深く立入らなければならない。一方横断観測に際しても、一点から一点へ非常に遅い速さで移動し、少数の不便な器材を使用することによつて一点の観測に1時間以上を要すると云う悠々たる観測が行われる。大洋に比して短時間の変動の多い沿岸に於ての此の様な悠々たる観測の一例を検討してみる。

(1) 例えば

須田院次：海洋物理学

須田院次：海洋科学

(2) 例えば

藤田親男：THP方式による海水温度計について、日本水産学会九州支部例会 昭和25年12月

藤田親男：THP方式による海水温度測定法、日本物理学会広島支部例会 昭和26年6月

Spilhaus, Athelstan : A Bathythermograph, Jour. Marine Research, Vol. 1

(3) 例えば

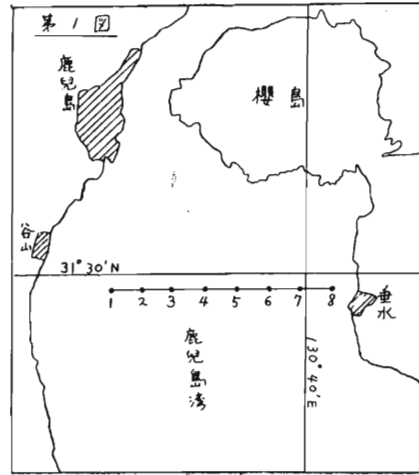
川川広秋：本土太平洋沿岸のカツママグロサンマ漁況、水産学会報 第5巻 第4号

宇田道隆・徳永英松：ビンナガマグロ漁況と海況との関係、日本水産学会誌 第5巻 第5号

観測とその検討

ここに示す観測は第1図の通り鹿児島湾谷山、垂水間に於て行はれたもので観測点8点のうち西半分は1951年7月12, 13日に、東半分は7月16, 17日に行われ、両側で各1点づつ碇置して時間的変化が観測されている。採水器は唯1個しかなく、捲揚機其の他の度々の故障の為多くの欠測がある。練習船新湖丸で水産学部学生の実習として行われた観測の一部分であつて、測定は十分注意深く行われている。第1表に観測値を示す。

この数値から No.2, No.7 の2点に於ける各層の温度及び塩分の時間的変化曲線を第2, 3, 4, 5図に示す。これらの図中に同じ日に為された他の観測点の値を共に記入してある。資料が少なくて調和分析が出来ないので、No.2, No.7 の各層に於て引続く2回の観測の間の変化 $\Delta T/\Delta t$ 及び $\Delta S/\Delta t$ を求め、その最大値・平均値・最小値を第2表に示す。又第2表には T 及び S の

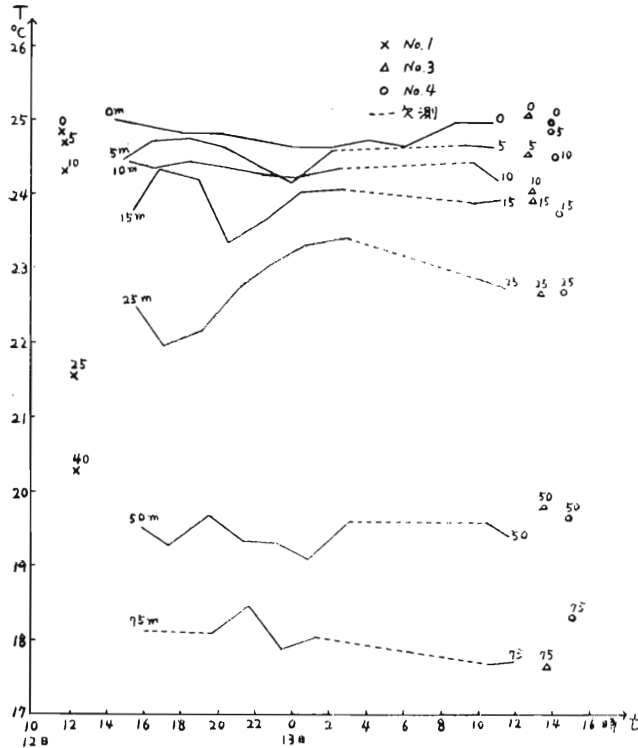


第 1 表

観測点	日	時	深さ	水 温	塩 分	観測点	日	時	深さ	水 温	塩 分
No.1 31°29'35"N 130°33'20"E (43m)	12	11.40	0	24.80	27.57	No.2 31°29'35"N 130°34'25"E (82m)	12	22.05	0	24.70	31.78
		11.50	5	24.67	30.99			22.13	5	24.37	32.77
		11.50	10	24.31	31.91			22.25	10	24.23	32.38
		12.15	25	21.54	33.12			22.38	15	23.62	32.70
		12.23	40	20.28	33.96			22.54	25	23.05	33.04
14.35	0	25.00	30.44	23.08	50			19.31	33.75		
14.58	5	24.45	31.58	23.28	75			17.89	34.00		
15.20	10	24.41	32.02	13	0.05			0	24.60	31.44	
15.30	15	23.77	32.70		0.07			5	24.14	32.00	
15.40	25	22.47	33.12		0.20			10	24.20	32.16	
15.55	50	19.53	33.68		0.34			15	24.00	32.81	
16.10	75	18.12	34.18		0.45			25	23.29	33.75	
16.30	0	24.90	29.56		0.58			50	19.09	33.68	
16.31	5	24.69	30.77		1.13			75	18.05	33.86	
16.40	10	24.34	31.06		13			2.06	0	24.60	31.44
16.55	15	24.33	32.74			2.18	5	24.56	32.24		
17.08	25	21.97	33.35			2.30	10	24.30	32.20		
17.22	50	19.29	33.84	2.41		15	24.04	32.74			
18.15	0	24.80	30.39	2.54		25	23.38	33.10			
18.27	5	24.73	30.63	3.07		50	19.59	33.66			
18.40	10	24.42	32.34	13		4.02	0	24.70	—		
19.00	15	24.19	32.29			6.07	0	24.60	30.61		
19.11	25	22.17	32.70			13	8.50	0	24.90	30.08	
19.27	50	19.69	33.22				9.20	5	24.61	30.08	
19.42	75	18.09	34.09		9.42		10	24.37	31.33		
20.08	0	24.80	31.41		9.50		15	23.84	32.52		
20.15	5	24.63	31.76		9.58		25	22.83	33.15		
20.29	10	24.35	32.34		10.25		50	19.56	33.55		
20.37	15	23.34	33.21		10.41		75	17.67	33.68		
21.03	25	22.72	33.35								
21.23	50	19.34	33.77								
21.45	75	18.47	34.33								

観測点	日	時	深さ	水 温	塩 分	観測点	日	時	深さ	水 温	塩 分	
		10.50	0	24.90	29.74			6.25	0	25.00	29.22	
		10.55	5	24.57	30.81			6.33	5	25.30	30.95	
		11.06	10	24.14	31.65			6.42	10	24.40	32.30	
		11.18	15	23.88	32.68			6.53	15	23.69	32.97	
		11.29	25	22.69	33.26			7.04	25	21.26	33.59	
		11.40	50	19.38	33.86			7.18	50	18.93	33.89	
		11.50	75	17.70	34.07			7.31	75	17.33	34.36	
	No.3 31°29'35"N 130°35'30"E (98m)		12.40	0	25.00	29.98			8.10	0	25.20	—
			12.42	5	24.48	30.30			8.10	5	25.09	—
			12.50	10	23.98	32.14			8.22	10	24.40	32.14
			13.00	15	23.86	32.77			8.30	15	23.84	32.66
			13.15	25	22.60	33.55			8.35	25	21.68	32.94
			13.25	50	19.76	34.13			8.51	50	18.84	34.09
			13.35	75	17.61	34.34			9.01	75	17.30	34.02
		No.4 31°29'35"N 130°36'35"E (195m)		13.50	0	24.90	30.52			10.04	0	24.80
	13.53		5	24.80	30.72			10.07	5	25.08	31.14	
	14.06		10	24.42	31.44			10.20	10	24.48	32.11	
	14.15		15	23.67	32.86			10.30	15	23.83	32.94	
	14.30		25	22.61	33.50			10.39	25	21.97	33.62	
	14.40		50	19.61	33.95			10.48	50	18.74	34.02	
	14.53		75	18.29	34.24			10.59	75	17.39	34.24	
No.7 31°29'35"N 130°39'50"E (78m)	16		10.51	0	25.25	29.70			11.50	0	25.10	28.35
		11.56	0	25.42	29.16			11.50	5	25.11	30.68	
		13.00	0	25.18	29.76			12.01	10	24.80	31.74	
		14.00	0	25.48	30.19			12.15	15	23.74	32.70	
		15.00	0	25.40	29.40			12.24	25	21.87	33.13	
		16.00	0	25.43	30.21			12.35	50	18.37	34.15	
		17.00	0	25.40	30.91			12.45	75	16.96	34.24	
		18.00	0	25.40	30.14							
		19.00	0	25.60	31.40	No.8 31°29'35"N 130°40'55"E (64m)		13.10	0	25.20	27.11	
		20.00	0	25.44	30.59			13.15	5	25.00	30.14	
		21.00	0	25.40	30.70			13.22	10	24.60	31.74	
		22.14	0	25.50	30.50			13.32	15	24.10	32.47	
								13.40	25	22.10	33.08	
		23.00	0	25.40	30.44		13.50	40	19.70	33.80		
		23.54	5	25.24	30.97	No.6 31°29'35"N 130°38'45"E (192m)		14.10	0	26.20	29.34	
17	0.05	25	22.71	33.19			14.19	5	25.29	31.04		
	0.00	0	25.40	29.70			14.28	10	24.44	32.14		
	0.15	5	25.34	30.67			14.36	15	23.81	32.89		
	0.28	10	25.04	31.13			14.46	25	22.88	33.57		
	0.38	15	24.40	32.50			14.55	50	18.89	34.15		
	0.50	25	22.70	33.53			15.07	75	17.31	34.43		
	1.05	50	18.92	33.84	No.5 31°29'35"N 130°37'40"E (213m)		15.20	0	26.00	28.19		
	1.15	75	17.91	33.96			15.24	5	25.10	30.72		
	2.02	0	25.15	27.83			15.35	10	24.39	32.16		
	2.02	5	25.20	31.00			15.43	15	23.90	33.13		
	2.15	10	25.05	31.64			15.50	25	22.60	33.68		
	2.25	15	24.40	32.20			16.00	50	18.52	34.02		
	2.36	25	23.69	33.39			16.08	75	17.40	34.29		
	2.50	50	19.19	33.89								
	3.03	75	17.98	34.34								
	4.10	0	25.20	29.04								
	4.20	5	25.40	30.77								
	4.30	10	24.90	31.55								
	4.41	15	23.69	32.85								
	4.52	25	22.98	33.48								
	5.02	50	18.82	34.11								
	5.13	75	17.52	34.38								

第2図 No. 2 の温度変化



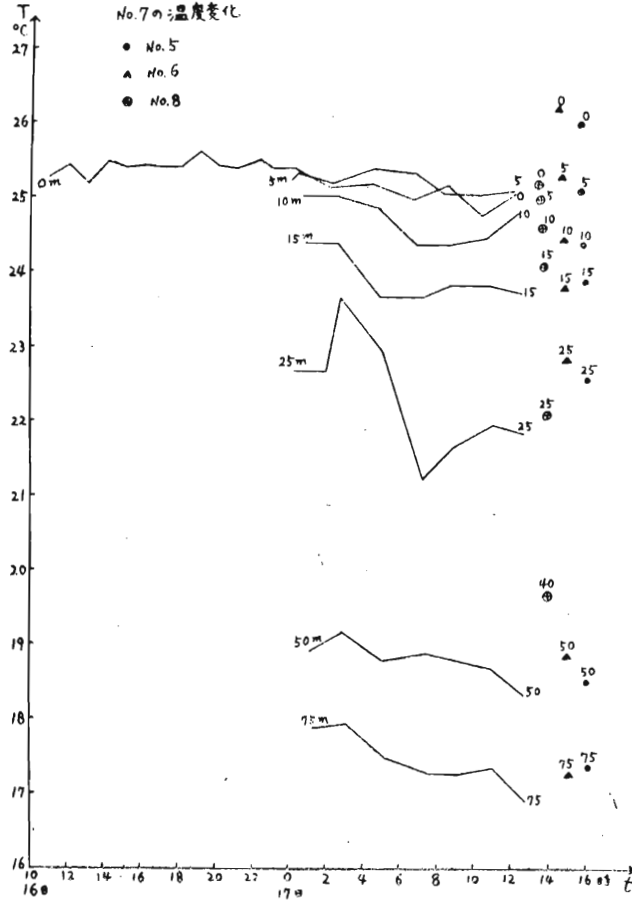
最大値・平均値・最小値と、各層の平均値から計算した各層間の平均の垂直傾度 $\Delta T_m / \Delta z$ 、 $\Delta S_m / \Delta z$ (1mに対する差)とを共に示す。これらの変動を示す数値は明かに無視し得ない大きさを持つている。

第2表によると、平均値に於ては 0~15m 間では No.2が No.7 よりも温度低く塩分大であるが、25m 以深では全く逆になっている。又垂直傾度を見ると、No.2 に於ては温度傾度の最大値は 25~50m 間にあり塩分傾度の最大値は 10~15m 間にあるが、No.7 では最大温度傾度は 15~25m 間にあり塩分の垂直傾度は上層程大である。1時間変化率は No.2 では温度変動の大きいのは 15~25m で塩分変動の大きいのは 0~25m であり、No.7 では温度変動は 25m で最大で、塩分変動は 0~10m と 25m で大きい。要するに No.2, No.7 の2点共に 0~15m 間は塩分傾度非常に大であり 50m 以深は傾度甚だ小であつて、その中間の 15~50m の間が遷移層になつて居り、その遷移層が温度傾度の最も大なる範囲になつている。又1時間変化率も亦この層で最も大きくなつて居り、変動の最も大きいのは 25m 層と表層附近とである。この遷移層に於ける更に詳細な検討から明確な躍層の深さと内波の諸要素が見出され理論⁽⁴⁾との比較も為されるが、これについては別に報告する。

(4) Lamb : Hydrodynamics.

Hidaka, Kusunoki: The Vertical Distribution of the Amplitude and the Horizontal Velocity in the Internal Waves. Geophysical Notes. vol. 4

第 3 図

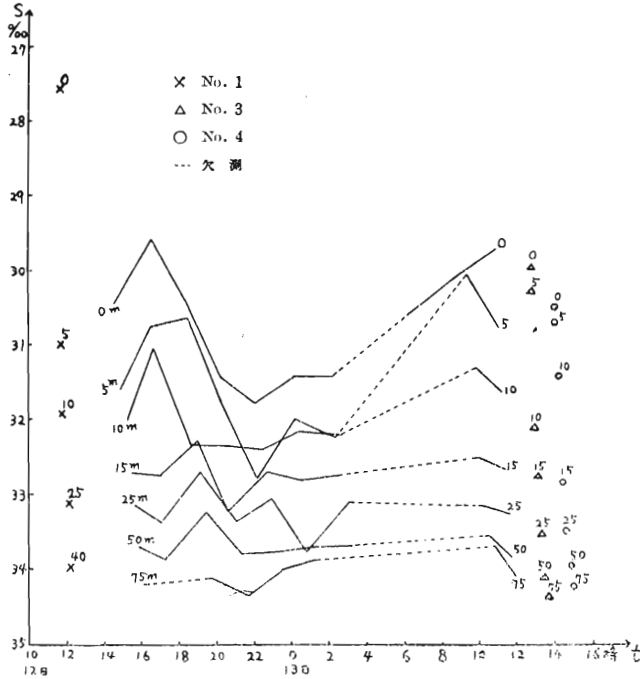


さて No. 2, No. 7 の平均値に於ける上述の如き差は、観測時刻が約 4 日ちがう為の差と地点の異なる為の差とが合成されている。これを分離する為には内波・潮流・渦動等を吟味して時間的变化の機構を明かにしなければならない。しかし一般の海洋図の作り方に従うと、No. 2, No. 7 の夫々幾回かの観測のうちの或る 1 組づつと、No. 1, 3, 4, 5, 6, 8 の数値とが、時刻と日附とに拘らず 1951 年 7 月中旬の数値として 1 つの図に組合せられる。その様にして出来た図も、断面全体に現われている数値の大きさの程度だけを、例えば 3 月の値⁽⁵⁾と比較するのには役立つが、それだけならば測定誤差を少なくする為に多数の測定値の平均をとると同じことであつて、得られた測定数値は唯 1 個しかないのと同じである。

No. 2, No. 7 に於ける連続した観測は何れも約 12 時間しかなく且つ 2 時間置きの観測であるから、非常に周期の短い変動と非常に周期の長い変動とは此の観測に現れてこない。例えば第 5 図 No. 7 の 0 m の塩分曲線に於て 14~20 時の間の毎時観測が、2 時間

(5) 鹿児島湾池田湖観測報告 海洋時報 第 5 卷 第 2 号

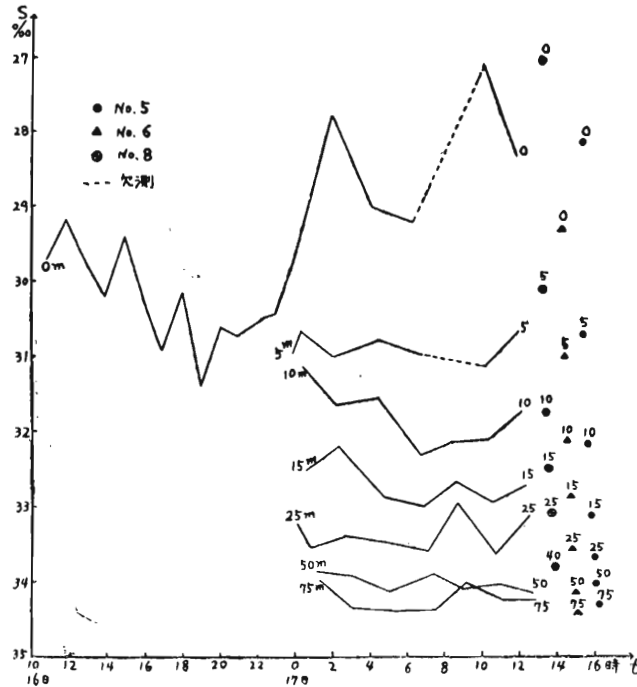
第4図 No. 2 の塩分変化



第 2 表

観測点	深 m	温 度							塩 分							
		T °C			ΔT/Δt			ΔT _m /ΔZ	S ‰			ΔS/Δt			ΔS _m /ΔZ	
		最大	平均	最小	最大	平均	最小		最大	平均	最小	最大	平均	最小		
No. 2	0	25.00	24.77	24.60	0.110	0.042	0.000	0.048	31.78	30.69	29.56	0.542	0.275	0.000	0.142	
	5	24.73	24.53	24.14	0.192	0.100	0.021	0.044	32.77	31.40	30.08	0.628	0.387	0.072		0.108
	10	24.41	24.31	24.14	0.164	0.060	0.016	0.034	32.38	31.94	31.06	0.720	0.249	0.000		0.154
	15	24.33	23.89	23.34	0.526	0.196	0.019	0.116	33.21	32.71	32.29	0.569	0.181	0.028		0.049
	25	23.38	22.73	21.97	0.341	0.169	0.042	0.132	33.75	33.20	32.70	0.384	0.252	0.073		0.019
	50	19.69	19.42	19.09	0.233	0.150	0.017	0.057	33.86	33.67	33.22	0.297	0.141	0.001		0.014
	75	18.47	18.00	17.67	0.337	0.160	0.026		34.33	34.03	33.68	0.339	0.104	0.080		
No. 7	0	25.60	25.37	24.80	0.300	0.113	0.000	0.030	31.40	29.73	27.11	1.260	0.593	0.064	0.230	
	5	25.40	25.22	25.08	0.286	0.101	0.018	0.100	31.14	30.88	30.67	0.856	0.298	0.081		0.184
	10	25.05	24.72	24.40	0.227	0.089	0.000	0.156	32.30	31.80	31.13	0.341	0.166	0.015		0.178
	15	24.40	23.94	23.69	0.313	0.077	0.000	0.158	32.97	32.69	32.20	0.287	0.163	0.055		0.067
	25	23.69	22.36	21.26	0.783	0.307	0.013	0.141	33.62	33.36	32.94	0.454	0.238	0.040		0.026
	50	19.19	18.83	18.37	0.208	0.115	0.049	0.054	34.15	34.00	33.84	0.129	0.077	0.029		0.009
	75	17.98	17.48	16.96	0.243	0.107	0.020		34.38	34.22	33.96	0.226	0.096	0.000		

第5図 No. 7 の塩分変化



毎の観測しかなかつたとしたらその中間の山と谷は現れない。従つて第2表に示された変化の振幅や1時間変化率は、正しい値よりも相当小さくはあつても大きいことは決してない。而して第2, 3, 4, 5図に明かな通り No. 1, 3, 4, 5, 6, 8 で得られた数値は殆んど No. 2, 7 の変動の範囲内に入つてしまう。且つこれらの点に於ても No. 2, 7 に於けると同程度の時間的変化が起つている筈である。従つて時間的変動を遙かに越えた場所的変化よりは、波動によつて示される様な場所的・時間的(位相的)変動が主要なものの様であつて、これらの点の観測値はその様な変動中の或る別々の位相の値を得ているに過ぎない。第2, 4図と第3, 5図を比較すると、No. 1, 3, 5 と No. 5, 6, 8 との間には、全体として No. 2 と No. 7 との間の既に述べた違いと同様な差が認められるが、これは単に観測線の西半分と東半分の場所的差ではなく、No. 1, 2, 3, 4 の観測日と No. 5, 6, 7, 8 の観測日の異なる為、長周期変動の一端が現れたものと解せられる。

かくして横断面全体の数値の大きさの程度だけを、唯一つの数値として異なる時期の比較には役立て得ても、断面に於ける等値線の形の比較は全く意味がない。何となれば描かれた等値線の形が既に明確な意味のものでないからである。1点の垂直分布について考えてみても、この例の様に0mから75m迄の測定に1時間以上も経過して居れば、その点の垂直分布はもはやその時間中に無視し得ない変化を生じているから、各点の垂直分布相互間の差も測得値そのままでは比較できない。この様な何を意味するか判らない海況図に現れる変動は、漁況の変動に対して独立であるのは当然予想されることである。

結 び

上述の如く時間的变化は無視し得ない大きさのものであつて、一般に垂直断面図其の他の海洋図は精度が悪いのみならず、極端な場合には唯單に労力の結果の表現に過ぎない。大洋に於ては沿岸に比して時間的变化は一般に少いが、各観測点間の距離も大となり、所要時間も従つて増大するので、全観測中に起る変化はやはり無視し得ないであろう。漁場となる海域は比較的定常状態にないので特にこの点を考慮しなければならない。海況と漁況の独立性は海況の把握の不確實性にその大きな原因がある。従つて我々は先づ迅速なる測定を行い、海潮流・内波・渦動・海上氣象・海底地形等を詳細に検討して、時間的变化の物理的機構に立入つて行かなければならないが、これについては別に報告する。尙、更に大規模な時間的变化については海洋の熱收支に逆立入らなければならないのは云う迄もない。最後に問題の如何によつては時間的变化は考慮外でよい場合もある。しかしその場合にも資料を集めた間の時間間隔を一応反省すべきである⁽⁶⁾。要するに我々の問題とする事柄の如何によつて許容される範囲内の短時間に測定が為されなければならない。

R é s u m é

The oceans are generally close to a steady state, but observations that have been made by a same ship within a pretty long time cannot be treated as if they were simultaneous. In fisheries no reflection have been made to the time interval within which the observations were taken. For the pourpose of the researchs on the relation between the oceanographical conditions and fisheries, the arthour compares the order of the time variations with the variations in space, and indicates that the time variations must not be neglected for his pourpose.

(6) Sverdrup : Oceanography for Meteorologists. p. 106