

日本近海下層水塊の起源に就て

宇田道隆

農林省水産試験場

[挿圖 5, 表 3]

Notes on the Origin of Deep Water in
the Seas adjacent to Japan

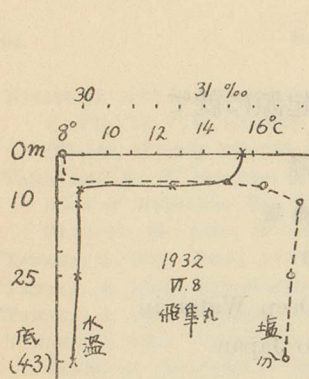
By Mititaka UDA

従來の調査資料*に基いて日本近海の海水層重状態を比較すると第 1 圖に示すやうに海區に依り著しい差異が認められ、特に下層水塊の性状に於て大差のある事が分る。此の差異の生ずる原因を探らんとするのが本著の主旨である。先づ最も簡単な湖沼に類似した海區から始めやう。湖沼の場合では田中子爵・吉村博士、水産試験場等に依つて多少の定期的觀測もなされ循環等も研究されて居るが未だ年々變化其他不明の點が多い。

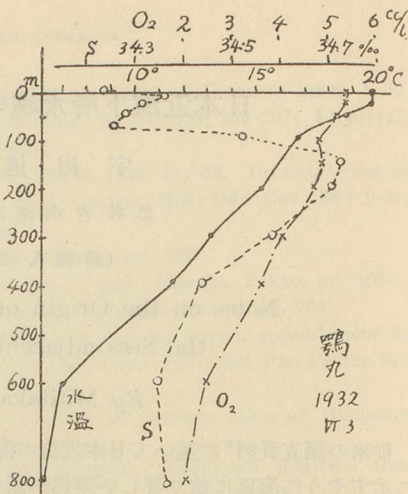
(1) 海洋では**黃海北部**が湖水的對流循環に依る底冷水保存の代表型を示して居る。**黃海道巡威島～山東高角** 10~20 m 以淺の上層水溫は太陽受熱と水平流動の影響を受けて春夏に昇温するが 25 m 以深は底迄春夏に亘り冬季の水溫から僅少の昇温を示すのみである。この下層水塊は鹽分の一致から見ても盛冬 3 月對流期の水塊が春夏引續いて保存されて居る同一水塊と考へてよい。(第 2 圖参照)

しかも循環の底迄完全に行はれる事は昭和 9 年 6 月鸚丸の調査*に依り底の O_2 が 7~7.5 cc/l 飽和度 100~105% の多量を溶存する點でも明らかである。8・9 月には下層の水溫も昇り鹽分も降るが 10・11 月に 9 月より低溫高鹹となるのは黃海底層冷水塊の水平的移動(北上)の爲であらう。それは秋季に季節風轉換に伴つて上層の吹送流がそれ以前の北上から南下に一轉する爲め下層水は補償流として北上するものと思はれる。斯様に冬季の水塊が下層に於て春夏に亘つて保存せられるならば當然冬季に於て來るべき春夏季の底層水溫鹽分の高低を豫想し得る事になり、従つて鯛蝦其

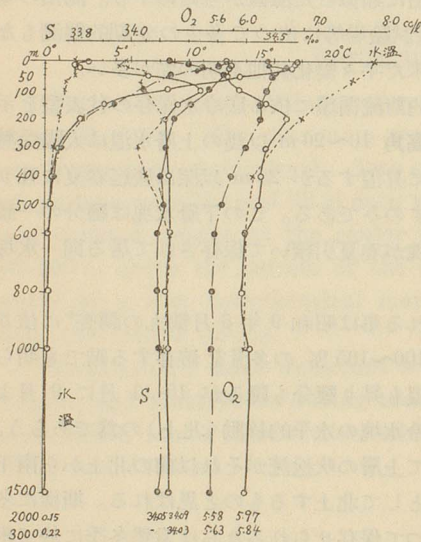
* 農林省水産試験場, 海洋調査要報, 第 1 號~第 61 號 (大正 7 年~昭和 13 年)



第1圖 a 黃海 39° 12' N
123° 37' E

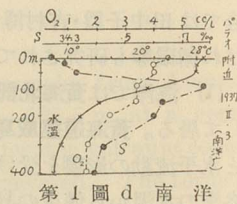


第1圖 b 九州西海 31° 55' N
129° 21' E

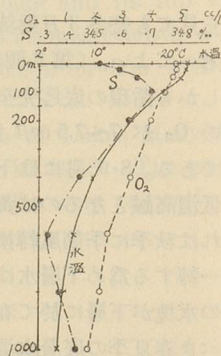


第1圖 c 日本海

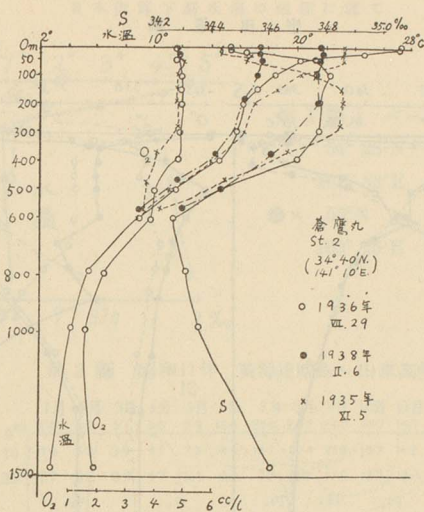
- 1933年 秋 (10, 11月) (蒼鷹丸全點平均)
- 1932年 春 (5, 6月) (蒼鷹丸全點平均)
- × 1933年 2月 24日 (40° 07' N, 129° 31' E) (鸚丸)



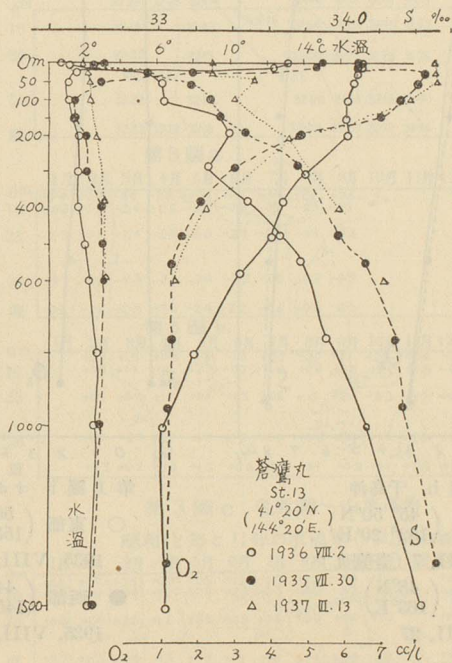
第1圖 d 南洋



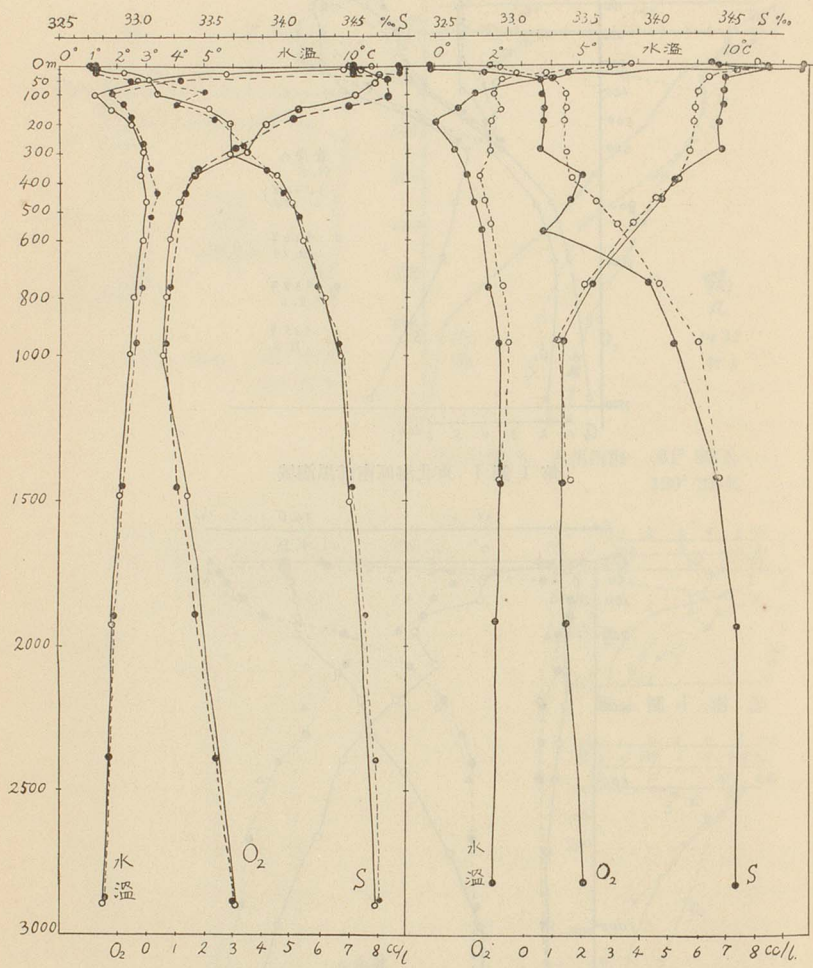
第1圖 e 豆南黑潮域
1928, '29年四季平均
(蒼鷹丸)



第1圖 f 東北海區南部黒潮域

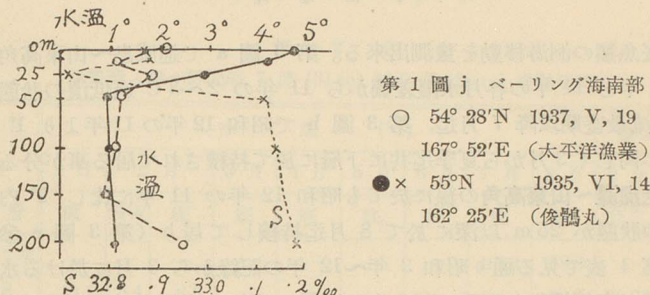


第1圖 g 東北海區北部

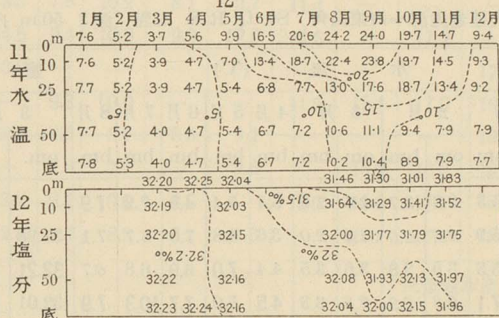


第1圖 h 千島沖
 ○ 中部 (45° 50' N, 152° 20' E)
 1935, VIII, 7 (蒼鷹丸)
 ● 北部 (48° N, 163° E)
 1937, VIII, 27

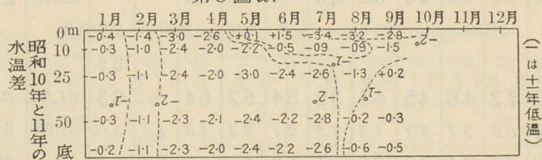
第1圖 i オホーツク海
 ○ 東部 (50° N, 153° 40' E)
 1935, VIII, 19
 ● 西部 (44° 10' N, 145° 10' E)
 1935, VIII, 21 (蒼鷹丸)



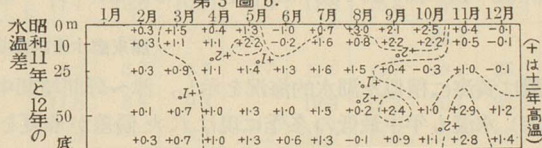
第2圖 昭和11年 黄海巡威島～山東高角



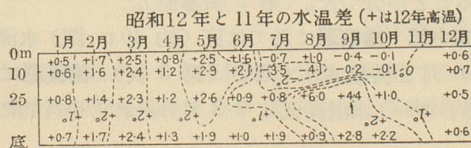
第3圖 a.



第3圖 b.



第3圖 c 老虎灘～山東高角



他の底魚類の洄游移動を豫測出来る。第3圖 a で巡威島～山東高角間昭和10年と11年の各月水温差圖から11年の $2^{\circ}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 過低温の状態が3月対流最盛期以降7月迄、第3圖 b で昭和12年の11年より 1° 位過高温が同じく3月から夏季迄共に下層に於て持續されて居る事が分る。又大連老虎灘～山東高角の線に於ても昭和12年の11年に比し 2° 内外過高温の状態が25m以深に於て8月迄持續して居り(第3圖 c 参照)、更に第1表で見る通り昭和3年～12年の記録から3月に於ける水温鹽分の年々高低變化が夏季に至る迄の下層のそれに比例する事が分つた。

第 1 表

黄海北部(大連老虎灘～山東高角) St. Q. R. S. 三點(深さ 50m 内外平均)

項目	水 温 ($^{\circ}\text{C}$)											鹽 分 (%)		
	1 月		2 月		3 月		4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	3 月		8 月
	om.	bm.	om.	bm.	om.	bm.	bm.	bm.	bm.	bm.	bm.	om.	bm.	bm.
昭和3年	5.0	5.3	3.3	3.7	2.6	2.6	3.4	5.4	4.5	7.2	7.9	—	—	32.36
4	5.6	5.9	2.6	2.0	1.4	2.0	3.6	4.8	7.0	6.7	7.1	31.98	32.18	31.99
5	5.3	5.3	3.5	3.8	3.6	3.5	4.4	7.0	6.9	6.8	6.7	32.21	32.27	32.20
6	6.5	7.1	2.6	2.9	2.8	3.3	4.5	5.0	7.7	10.3	7.9	32.01	32.16	32.22
7	6.2	6.2	4.4	4.4	3.3	3.3	—	—	6.3	—	—	32.15	32.21	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.7	—	—	31.90
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.2	—	—	—
10	7.2	7.2	4.6	4.5	4.4	3.9	5.4	6.2	6.4	—	8.3	31.56	31.87	31.43
11	5.4	5.8	3.1	3.1	1.3	1.2	2.7	3.4	4.3	4.7	5.0	31.90	31.90	32.02
12	6.0	6.5	4.4	4.9	3.7	3.5	3.9	5.1	—	6.2	6.1	—	31.90	31.83

(關東廳水産試験場觀測)

(2) 伊勢灣は黄海に稍似た湖水的海況を示し、津～野間埦間中央部海底(30～40m 深)水温も年中最低の冬季に現はれた偏差が春夏を通じて持續されて居る。而して2月の上下層鹽分と8月の底層鹽分の一一致から水塊の同一物なることが分つた。(第2表参照)。

(3) 瀬戸内海中中部・播磨灘に於ては底(約40m 深)水温の高低傾向が3月から4・5・6月と持續されて居る(第3表)。備後灘に於ては年々4月の底(深さ約20m)水温高低は2・3月のそれと平行的に變化し、鹽分

項目

月

水層

大正7年

8

昭和3

4

5

6

7

8

9

10

11

月

項目

昭和7

4

8

9

10

11

12

も 2・5 月

2・3・4 月

第 2 表
伊勢灣 (津~野間崎 7 湮 (31m) 10.5 湮 (38m) 兩點平均)

項目	水 温 (°C)								鹽分 (%)		
	1 月	2 月		3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	2 月	8 月
水 層	底	表面	底	底	底	底	底	底	底	表面 底平均	底
大正 7 年	—	—	—	—	—	—	—	15.4	18.8	—	31.87
8	13.1	8.4	8.5	—	—	—	—	—	20.9	32.98	—
昭和 3	—	7.8	9.5	—	10.0	—	13.0	16.5	19.2	33.01	33.00
4	13.3	7.8	10.2	8.1	9.7	11.4	—	—	—	33.54	—
5	14.5	9.4	10.9	9.9	12.0	14.6	—	17.2	—	32.26	—
6	13.0	—	—	—	—	—	—	—	17.9	—	32.83
7	—	9.3	10.0	—	—	11.9	15.1	17.0	19.0	33.08	33.47
8	12.0	8.6	8.7	8.5	9.1	—	—	—	19.1	33.06	32.52
9	—	7.3	7.7	—	9.6	—	13.2	16.3	19.1	33.18	33.06
10	13.2	9.1	10.0	9.6	—	13.0	14.6	17.1	18.8	32.63	32.77
11	12.6	7.3	8.2	7.1	9.6	—	12.9	15.5	18.6	32.77	33.13

(三重縣水産試験場觀測)

第 3 表
播磨灘 (大角鼻~門崎, 明石~金ヶ崎 11 點平均)

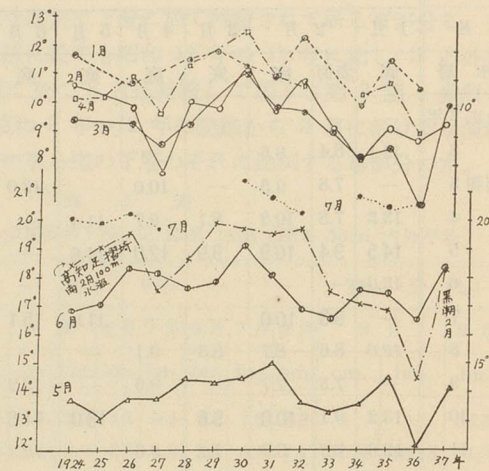
月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	3 月	8 月
項 目	底水温	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	底鹽分	〃
昭和 7 年	11.4	10.6	(10.1)	9.6	11.6	15.3	18.3	23.5	32.70	32.43
8	—	—	7.3	—	—	—	21.3	—	33.03	32.50
9	9.2	6.7	6.7	7.7	11.0	14.7	18.5	23.6	33.21	32.83
10	11.6	8.4	9.3	—	12.9	17.3	20.1	23.0	32.53	32.59
11	7.9	—	6.4	7.2	12.0	15.4	18.9	23.6	31.70	31.50
12	12.3	10.1	9.7	10.8	13.0	16.9	19.7	24.8	32.33	32.15

(兵庫縣水産試験場觀測)

も 2・5 月比例して變化するから或程度の豫想が可能である。此の備後灘
2・3・4 月の底温は高知縣足摺崎沖合 2 月の水温とも相伴つて高低して居

る。此れと5月以降の水温には此の傾向の見られない事とは内海の底層水が外海暖流系水流入の影響をかなり多く蒙つて變化する事を示すものであらう。(第4圖参照)。

(4) 日本海固有冷水塊 これ迄の蒼鷹丸・鸚丸・春風丸・軍艦大和の調査に依ると、日本海の200m以深では鉛直安定度は略々中立的平衡状態を示し、水温 $0^{\circ}\sim 1^{\circ}\text{C}$ (500m以深 $0.1^{\circ}\sim 0.3^{\circ}\text{C}$)、鹽分34.1%前後、pH 7.7~7.9、 O_2 5.5~6.5 cc/l(%)、磷酸・硝酸・珪酸鹽に富む頗る一樣な一大冷水塊を示し、太平洋及オホーツク海の200m以深海水と比較



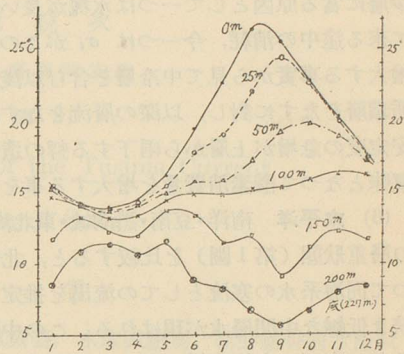
第4圖 備後灘水温
(1・2・3月 0m・10m・b.m. 平均)
(4・5・6・7月 b.m.)

して大差がある。即ち對馬水道(平均深度約100m)・津輕海峽(200m位)・宗谷海峽及間宮海峽(共に深さ100m以下)なる四海關で日本海々盆内の固有冷水塊と太平洋水、オホーツク海水と殆んど全く分離せられて居る。斯様に下層冷水塊自身が對流循環に好都合な條件を有し、且實際頗ぶる均質であるが、之れの成因は如何なるものであらうか? 酸素を豊富に溶存するのは海表面からの對流循環による酸素補給の旺盛に基くものである。而して水温鹽分の上下恒等に近く中立平衡乃至は下暖なる不安定層重を示す12月~4月(2・3月を中心とする)の冬季日本海北部が(咸鏡北道清津東・樺太西海・敦賀~浦鹽の觀測記録参照)之れに適合する。即ち此の場合には海面水塊は氣冷による僅少な密度の増大によつても鉛直的に深層迄沈降し得る。須田博士(1932)の嘗て注意し研究せられた様にこの對流循環の機巧は頗ぶる興味ある問題であつて、兎に角日本海深層に於ては黄海の様な淺海とは違つて一年に100%完全な對流循環は行はれず、

全表面のを保つ様の高低、年々かなられるが7年春に此の爲かに鉛直的兩流系水が見られるに向ふ斜於ける上完成せら即ち深層側に比し少なくも強盛で最低水温10月に

(5) オ居るが日~200mはオホー150m深對流にお系水の沈延長と見急増する平洋側のホーツクつ入り込居る。こ

全表面の一部よりする対流循環による水塊更新で 70% 程度の O_2 飽和度を保つ様な不完全な循環である。この不完全循環の程度は其年の冬の気温の高低、季節風の強弱に依つて年々かなり差異ある事は考へ得られるが、昭和 8 年秋の O_2 が 7 年春に比し 0.5 cc も多い事も此の爲かと思はれる。循環は單に鉛直的なるのみでなく、寒暖兩流系水塊の境界域附近断面で見られる如く本土側暖流域下層に向ふ斜降流と大陸側寒流域に於ける上昇流に依つて循環流が完成せられるものと思はれる。即ち深層に於ても本土側は大陸側に比し稍々水温鹽分が高く O_2



第 5 圖 釜山～對馬間 St. IV (釜山より 17 哩) 平年 (大正 11～昭和 13 年 17 ケ年間平均) 水温變化

が少なくなつて居る。日本海下層大冷水塊の横運動たる南下進出は夏季最も強盛であるらしい。釜山對馬間の海溝では 100 m 以浅の上層に冬季年最低水温を見るに反し、150 m 深～底 (227 m) では上層最高温期たる 8, 9, 10 月に年最低温を示す。(第 5 圖参照)。

(5) **オホーツク海** 水塊の層重状態は太平洋北部千島沿海のそれと似て居るが日本海のそれとは大差がある。即ち夏季著しく低温な中冷水の 50～200 m 深に介在すると其の下方の中暖水が特徴である。ベーリング海ではオホーツク海に良く似て居るが浅い爲め通常中冷水或は底冷水が 50～150 m 深に見られる程度である。オホーツク海中冷水の起源が冬季の鉛直対流にある事は水温、鹽分、 O_2 , σ_t の一致から明白であるが、中暖水を暖流系水の沈潜なりとする従來の考へには疑問があり、寧ろ太平洋深層水塊の延長と見るを妥當とする。中暖水の水温は $3^\circ C$ 内外、鹽分は 34% 以上に急増する値を示し、略 O_2 極少層に該當するが、この水塊を追跡すると太平洋側の北部及中部千島沿海 300～500 m 深から千島列島の間を通つてオホーツク海東部 1000 m 深へ續き、それから同西部 1500 m 深に沈降しつづ入り込んで居り、水温は $3^\circ C$ 餘から $2.5^\circ C$ 位に低下し、 O_2 は漸増して居る。この中暖水は上層の暖流系水とは別種のものであるが高鹹の爲め紛

らはしい。この高鹹は底層水の高鹹と同様結氷時に沈降した水塊に原因し、底層流の北方歸還流たる所謂深層流に所屬する爲めであらう。O₂極少層に當る原因として一つは水塊が長い時間掛つて最も長い経路を運ばれて來る途中の消耗、今一つは σ_t がこの中暖水附近から急に下方に向つて増大する事實から見て中冷層を含む以淺上層の冬季殆んど完全に近い對流循環層をなすに對し、以深の層流をなす所謂成層圈に移る境界に當る爲め安定度の急増が上層から雨下する鱉の遺骸等の沈降速度を鈍らしめ、停滯氣味となつて酸素消費量を増大する事を考慮せねばならない。

(6) 太平洋 南洋・豆南・黒潮域・東北海區南・北部・北部及中部千島沿海の層重狀態(第1圖)を比較すると、北部ではオホーツク海と似通つて居つて同海系水の寒流としての流出を推定し得るが、南方海區では中冷水を缺き低鹹な中間層水が現はれる。この中間層水は冬季對流循環する表層水及其の直下の高溫高鹹で年中水温鹽分に著變のない暖流系水中核とは異つて北方寒流系水と質的に一致して居り、之れが沈降潜流して來る事を示すと見られる。太平洋では日本海に於けると異なり 3,000 m の下層に降つても上層同様鉛直安定度は正の安定を示して居る。最近北太平洋の南西部の層重に就ては肥沼寛一氏の詳細な研究によつて明らかにされて居る。

文 献

- KOENUMA, K., 1937, 1938: On the Hydrography of the Southwestern Part of the North Pacific. Mem. Imp. Mar. Obs., 4, 279-331, 349-414.
- 須田院次, 1932: 日本海の底層水に就て(豫報), 海洋時報 4 (1), 221-240.
- 須田院次, 1937: 北洋海況の特質に就いて, 水産學雜誌 41, 20-35.
- 宇田道隆, 1933: 黒潮と親潮の平年各月海況, 水産試験場報告 3, 79-136.
- 宇田道隆, 1934: 日本海及其隣接海區の海況(昭和 7 年 5, 6 月連絡施行日本海第一次一齊海洋調査報告), 水産試験場報告 5, 57-190.
- 宇田道隆, 1934: 日本海・黄海・オホーツク海の平年各月海況, 水産試験場報告 5, 191-236.
- 宇田道隆, 1935: 昭和 8 年盛夏に於ける北太平洋の海況(昭和 8 年 8 月連絡施行, 北太平洋距岸一千哩に互る一齊海洋調査報告), 水産試験場報告 6, 1-130.
- 宇田道隆, 1936: 日本海及其隣接海區の海況(昭和 8 年 10, 11 月連絡施行第二次日本海一齊海洋調査報告), 水産試験場報告 7, 91-151.
- 宇田道隆, 1938: 東北海區に於ける海況の變動に就て(昭和 9-12 年連絡施行北太平洋一齊海洋調査報告の一部), 水産試験場報告 9, 1-66.

對馬海流
驗場, 及び
其の多くは
海流の變化
元來海流
變化とは海
包含するも
する。對馬
茲では狹義
海海流變化

對馬海流
を採用した
であつて,
の消長を示
調査材料
の累年平均
に依る硝酸
況では先づ