

大崎灣に於ける水溫密度の 異常變化と其の原因^{*}

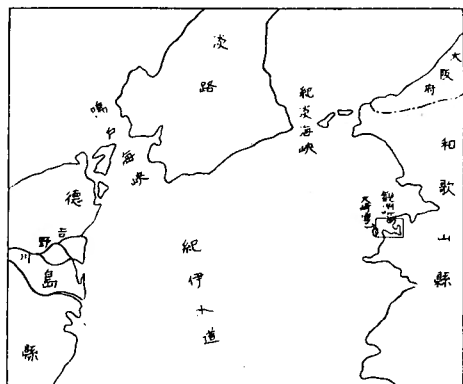
理學博士 野 滿 隆 治

理 學 士 服 部 達 吉

1. 緒 言

著者の一人野滿は大正14年、和歌山縣の西岸紀伊水道に面し紀淡海峽と日御崎との略々中間にある海草郡大崎港（第1圖）の一隅に京大附屬の檢潮所（口繪参照）を設置するため

第1圖 紀伊水道附近の圖



屢々同地に趨いた際、其の地の漁夫等から「我々は海水に手をつけて異常に水溫の上昇を感じる時は暴風雨の兆として出漁を見合はす」との言を聞き、若し夫れが事實とすれば恐らく、外海に於ける暴風により黒潮系海水の紀伊水道侵入を増加する爲なるべく、水溫上昇と共に鹽分増加も期待されるので、海洋學上興味深く看過すべからざるを感じ、當時の學生服部にセミナー課題

として取敢へず事の眞偽調査を命じた。當時同灣には幸ひ眞珠養殖場があつて、明治44年より大正4年に亙る天氣・風向・風力と共に海水溫度及び比重の調査記錄（資料欄参照）をもつて居たので、夫れを借用して調査した結果、漁夫の言は相當よく事實と合致し、水溫密度の異常上昇がシケ從て低氣壓の來往と密接な關係あることを確認した。然し當時の吾々には、まだ天氣上に擾亂の到達せざる以前に海水の流動が起り得る所以が諒解し難かつたので、公表は見合はせたのである。然るに其後、低氣壓の海水に及ぼす影響に關し理論

^{*} 本論文の骨子は、十數年前著者の一人服部が京大地球物理學科在學中、そのセミナーとして行ひたるものであるが、其後我教室で進行性低氣壓の海水に及ぼす影響の理論的研究が進展を見たので、夫れにより再検討を加へ改訂増補したものである。

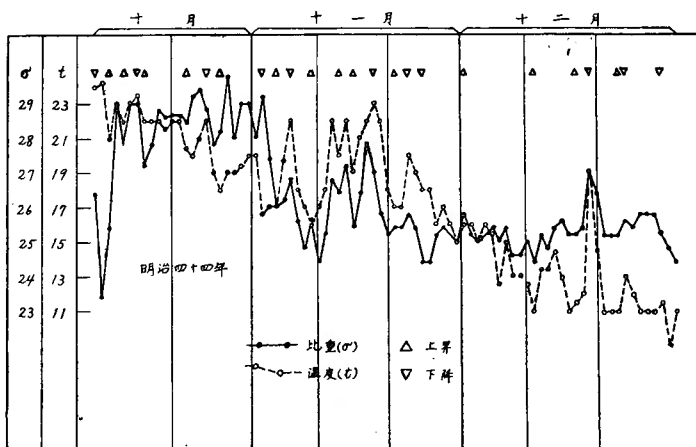
大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

的研究が Proudman⁽¹⁾ によつて開始せられ、次で著者の一人野満⁽²⁾は時間と共に任意の變化をなす大氣擾亂が其の擾亂區域内の海水に及ぼす効果を研究し、更に竹上藤七郎博士⁽³⁾は進行性局部低氣壓によつて海水には擾亂下の強制動の外に之よりも遙かに傳播速度の大なる自由動の發生すべきを明かにした。此の竹上博士の結論は直ちに本問題の核心に觸るゝものあるを感じ、之を念頭に置いて我等は前年の研究に多少の改訂増補を加へ、茲に本報告とする次第である。最近木村喜之助氏⁽⁴⁾は駿河灣に於ける類似の現象を研究し、而も水温異常變化と共に現實に外洋水の浸入あることを實證して流速まで實測せられた例があり、急潮なる名稱を附して躍進的研究を積まれた。然しまだ其成因につきては未開拓の状態にある。依て我々は主力を其成因の闡明に向けた積りである。

2. 調査の方法

大崎眞珠養殖所の觀測に係る 大崎港海水の 明治 44 年 10 月 9 日より大正 3 年 4 月 31 日に至る毎日一回定時(午後 2 時、但し時々缺測あり)に於ける水温及び密度は、末尾資料欄に掲げてあるが、之を圖示すると第 2 圖の如くである。但し圖中の密度は測得値を 15°C

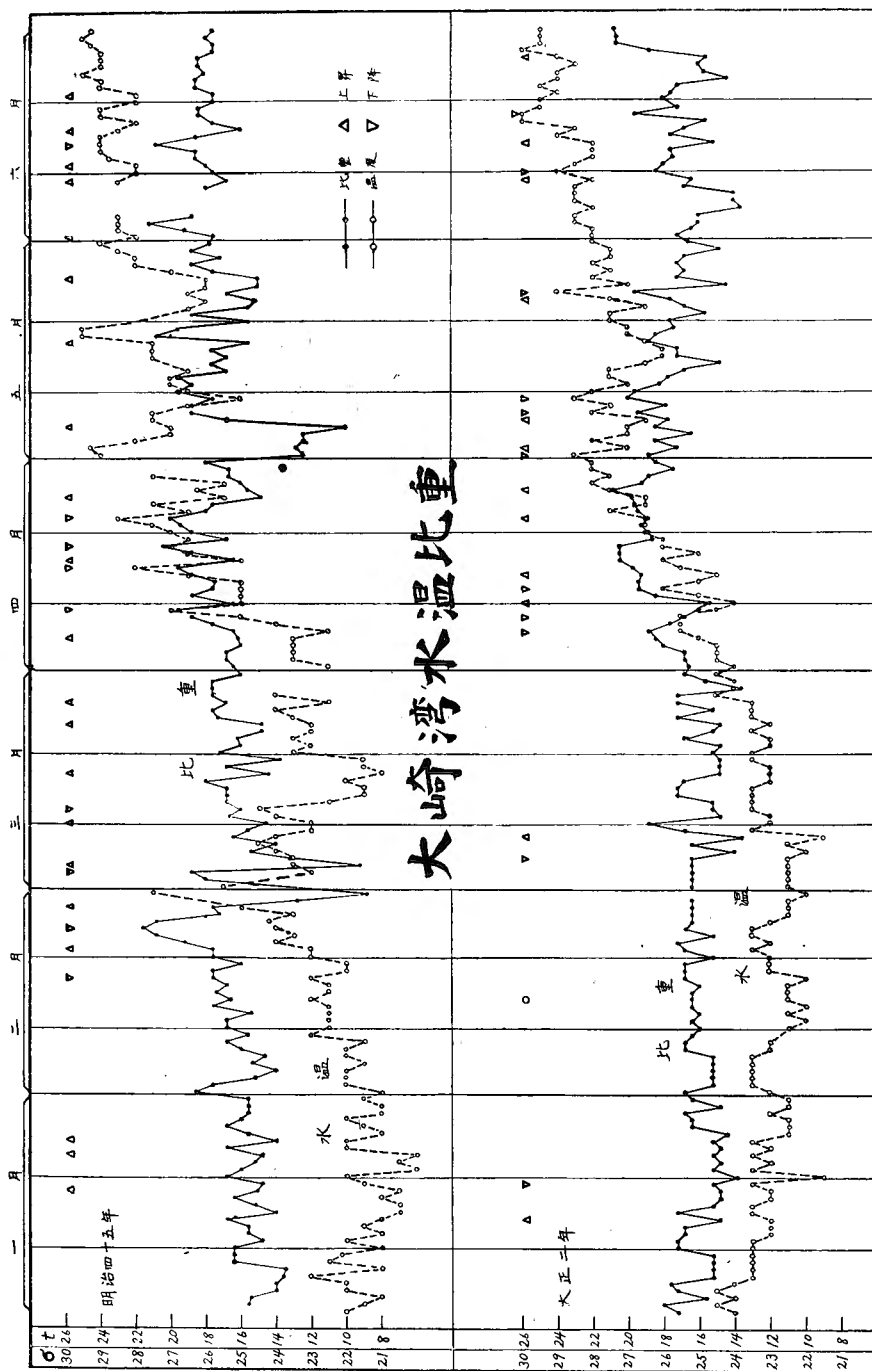
第 2 圖 A 大崎港水温密度變化圖



- (1) Month. N. Roy. Ast. Soc. Geoph. Suppl. 2 (1929), 197.
- (2) Mem. Coll. Sci. Kyoto. Imp. Univ. A. 18 (1935), 201.
- (3) Mem. Coll. Sci. Kyoto. Imp. Univ. A. 19 (1936), 109; 21 (1938), 55.
- (4) 木村喜之助：駿河灣東北隅淡島大謀網附近の海況に就て(續報)，日本水産學雜誌第 4 卷(昭和 10—11 年) 54, 339, 374, 第 7 卷(昭和 13 年) 4 頁。

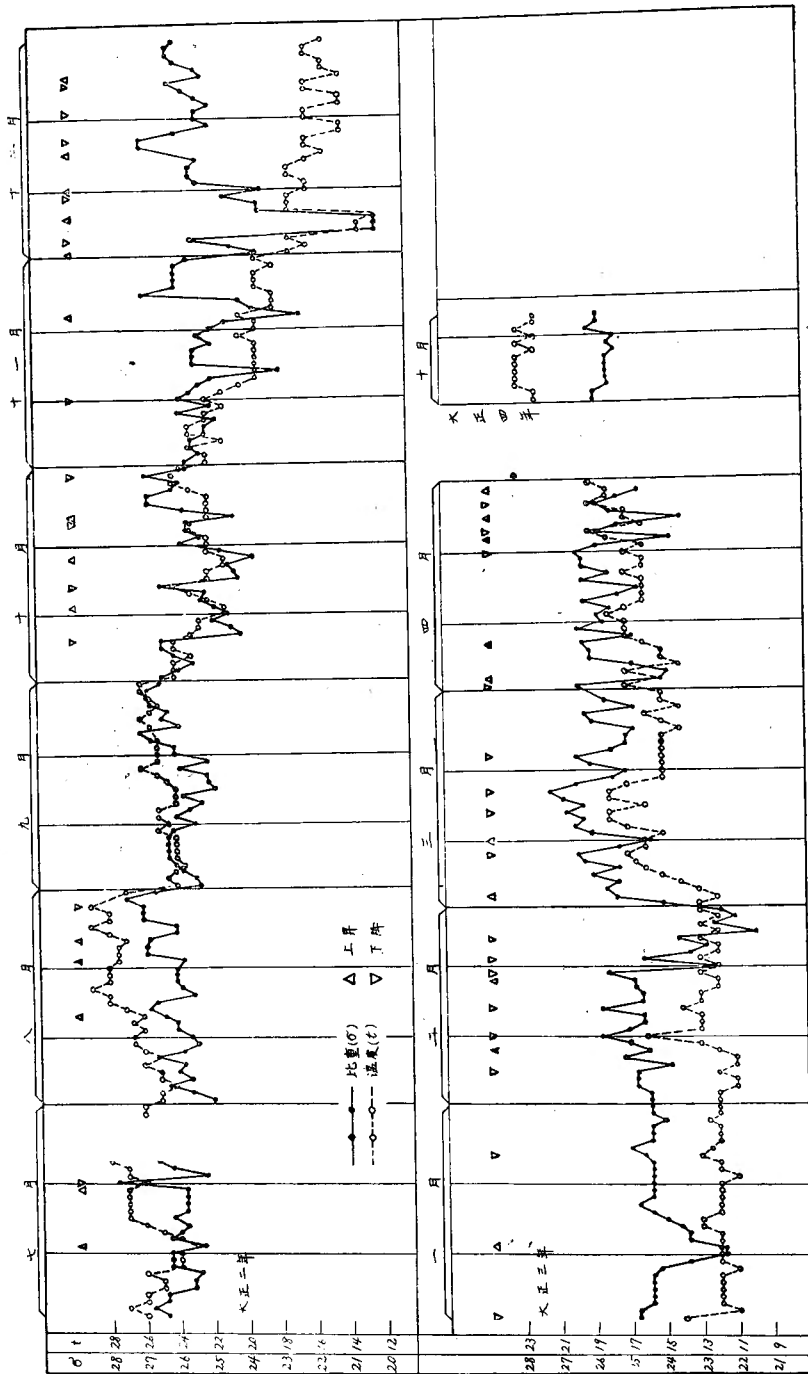
大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

第 2 圖 B



大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

第 2 圖 C



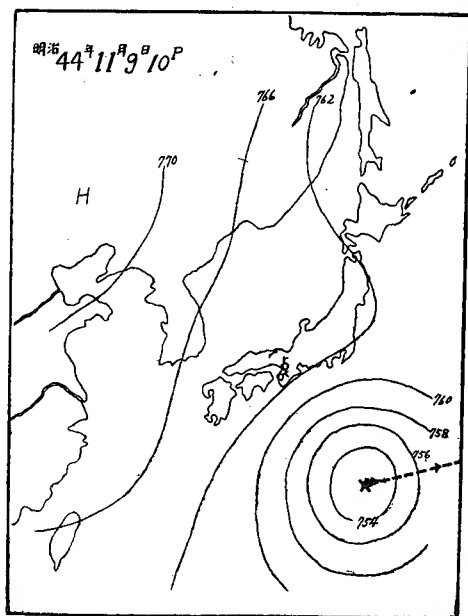
のものに換算した標準密度で、 σ にて表示し鹽分の代表と考へる。水温は気温の影響を受けることと少くないが、鹽分従て標準密度の變化は水質其のものの變化を意味するので、吾々の今の目的には夫の方に一層の重要性を感じるものである。

圖を一見すれば、水温密度の季節的一般變化とは別な急變化が目立つ。例へば明治44年11月9—12日、同年12月17—19日、45年4月5—9日、大正3年3月1—3日の如きは、水温密度とも揃つて顯著な急昇を示し、誰の目にも紛れの無い異常上昇である。そこで試みに當時の中央氣象臺發行天氣圖を見ると第3—6圖の如くで、低氣壓が盛に去來して居るのである。

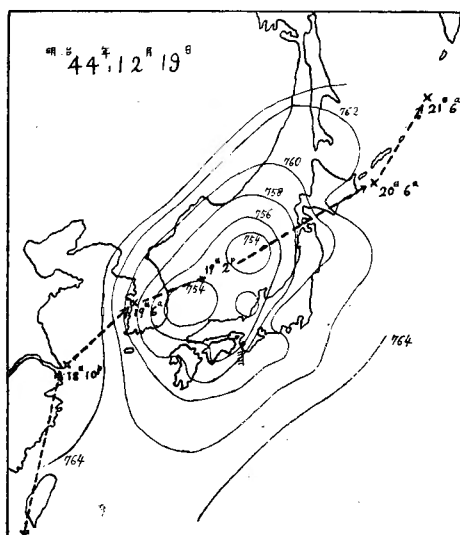
之に力を得て吾々は、第2圖中の相當著しい温密度異常變化は總て之を拾ひ上げて、夫と當時の天氣圖を對照して進行性低氣壓との關係を見ると云ふ研究方法を取つた。

水温密度の異常變化を見るに種々の型式を有するが、最も簡単に(i)増加、(ii)減少に分類した。(i)の中にも、(i, a)突然上昇して其後間もなく常態に復するものと、(i, b)數日或は十數日に亘り上昇を續けるものとがあり、(ii)の場合も同様である。aの場合はその變化の急激な點で之を採用し、bの場合は變化の速度必ずしも大でなくてもそれが比較的長期間續く故に取上げた。温密度變化速度の採用基準として、1日につき溫度に於て $1^{\circ}\sigma$ に

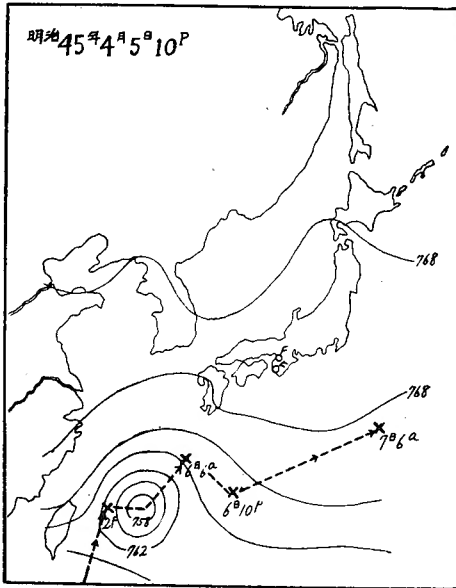
第3圖 (8日Lナシ)



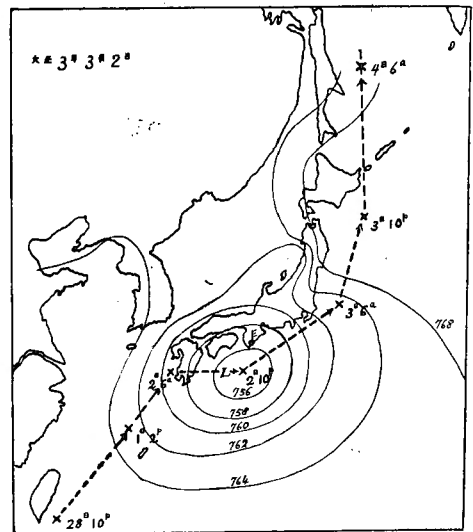
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



於て1以上たることとし、之に少々不足の場合も數日間引續いて上昇又は下降を持続する場合は夫れをも採用した。而して先づ是等が變化を開始する日を定めて、その日の低氣壓中心位置を對比することとした。

上昇下降を始める日の決定。觀測は前述の如く毎日午後2時一回だけしか行はれて居ないので、例へば觀測後直ちに上昇した場合と次の觀測の少し前に上昇した場合と區別がつかぬ故、溫度と密度とが必ずしも圖上同一日より上昇を開始しなくても、一日の差のある場合は同時と見た。此の場合は何れを上昇開始の日と定めしやと云へば、溫度と密度が同一 gradient で上昇する場合は孰れか早い日附の日を、異なる場合は急激な上昇を行ふ方の日附を採用する。

以上の如き約束を持たせても尙水温又は密度一方のみの變化の場合が多數あり、之を調査して見ると異常上昇回数116の内下の如くである。

溫度密度双方共に上昇するもの	63.0%
水温のみ上昇するもの	22.4%
密度のみ上昇するもの	14.6%

(5) 上の意味に於て。

下降の場合は略す。一方のみの上昇は原則として採らなかつたがその變化が特に著しい場合は採用した。

他方天氣圖に於ては以上の日附に該當する移動性低氣壓のみを取上げたが、これのみにても形狀、深度、位置、進行速度、持續期間等が之を規定する要素となり、到底數量的に表現すること不可能なる故、主として位置と深度をとり、他は第二義的なものとした。深度の標準としては中心附近の gradient が 2mm/80km 以上とし、之より浅いものは原則的に考慮せず。

序にこの年代の中央氣象臺發行天氣圖は其の範圍が經度で 118° 乃至 148°, 緯度で 22° 乃至 50°, 即ち南方及び西方は大體臺灣西南海上を以て終つて居り、發行時刻は毎日午前 6 時、午後 2 時及び 10 時の 3 回、又海上特に圖の端の部に於ける等壓線は非常に不足して居るものが多く、尙颱風記號は附いてないことを附記して置く。

3. 調査の結果

第 2 圖に於て異常上昇及び下降を拾ひ、其の開始日に於ける天氣圖を参照して、低氣壓の中心位置に従ひ分類すれば次の通りになる。

〔A〕 上昇の部(第 2 圖△印)

I. 低氣壓と温密度の上昇とが相伴ふ場合

(1) 低氣壓部位臺灣附近(低氣壓、以下 L と稱す、の中心が臺灣附近 500 km 以内にあり、このとき大崎灣水の温密度上昇が始まることを意味す。以下の數字は、例へば最初のもは明治 44 年 11 月 9 日が上昇を開始する日なるを意味し、第 2 圖を参照するに便す)

44—11—15	44—12—17(第 4 圖)	44—12—22(第 7 圖)
45— 1—23	45— 2—21	45— 4— 5(第 5 圖)
45— 5—26	2— 1—14	2— 4—14
	2— 7—19	2—12—26
3— 3— 1(第 6 圖)	3— 3—10	

(2) 九州附近(以東は除く)

45— 1—18	45— 1—25	45— 3— 4	45— 3—24	45— 6—16
2— 4—22	2— 6—14	2— 8—21	3— 2—18	

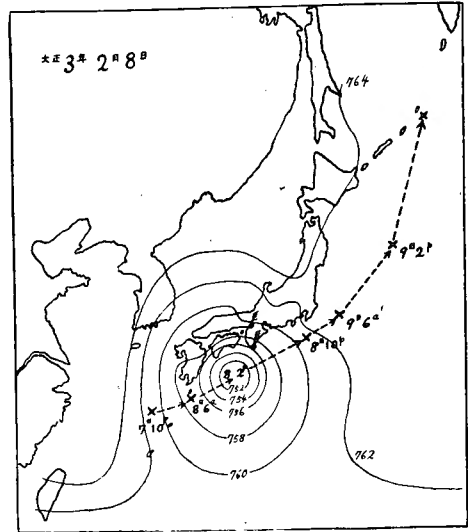
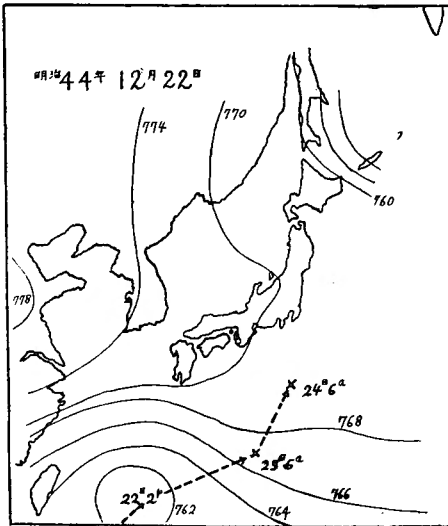
(3) 四國、近畿地方南方洋上(洋上とは 500 km 以上 1000 km 以内)

大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

44—10—13 45— 3—17 45— 6—11 2— 8—24 2—10—24
2—12— 6 2—12—15 3— 2— 8(第8圖) 3— 4— 7

第7圖 (24日2時ニハL消滅)

第 8 圖



(4) 中部、關東地方南方洋上

44—10—16 44—11— 9(第3圖) 45— 6— 1 45— 6— 9
45— 6—21 2— 5— 6 2—10—18 3— 4— 2

(5) 關東地方南東方遙か洋上(1000 km 前後、天氣圖の右下端にあたる)

44—10—22(第9圖) 44—10—27 2— 7—11 2—12— 1
3— 4—29

(6) 奥羽以北海上

3— 1—11 3— 4—25(下降の恢復)

(7) 天氣圖の海上にはLと云ふほどのものを見ないが、前後の天氣圖より當日は天氣圖の下端より南、少々西寄り(フィリピン諸島とマリヤナ諸島との中間位)に存在すと考へられるもの。

44—10—11 44—11—13 44—11—21 44—12—11 45— 4—16
2— 4—10(第10圖) 2— 5—23 2— 6—26 2—10—11

(8) 日本海(遼東或はシベリアより來るもの)

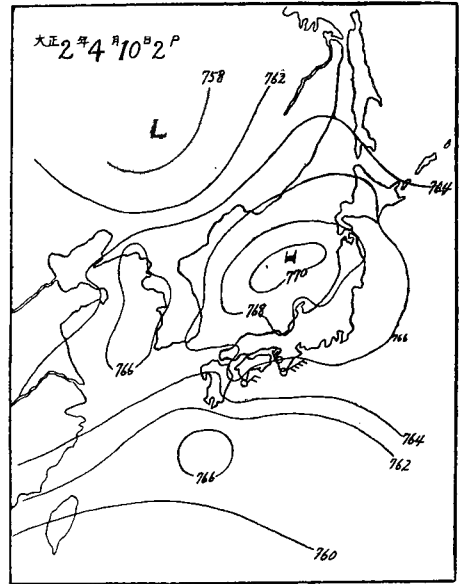
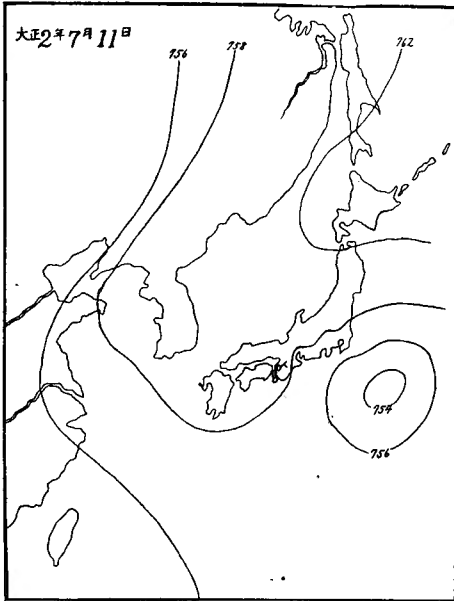
大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

45— 2—27 45— 3—10 45— 3—27 45— 4—25 45— 5— 5

2— 8—13 3— 4—22

第 9 圖

第 10 圖



(9) 其 他

45— 4—13(沿海州)

2— 6— 9(渤海灣)

II. L と増加が伴はぬ場合

1. 温密度上昇するも L を認めないもの(第2圖△印中): 斯かる例も若干あるけれども、多くは僅少の變化か或は水温鹽分の何れか一方のみの變化で、而も強い高氣壓の襲來があつたり兎も角氣象的作用なることは認められる。其の例は下の通りである。

44—11— 4(強勢な高氣壓中支方面より舌狀に本邦に向け發達し來る)

2— 3— 8(下降の復歸, 舌狀高氣壓の襲來效果をも含む)

2— 4—26 2— 5— 2(微小; 弱低氣壓直前に發生す)

2—11—22(高氣壓中支より舌狀に襲來す)

2. L 存在するも温密度の變化を見ない場合: 斯様なもの若干あるが、多くは本邦陸上を通過して大雨を降らし、灣内に冷淡水を補給してLの作用を消殺せるによるものの様で寧ろ僅微な下降を示して居る。例へば

大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

(1) 太平洋を通過するもの

45—2—2~5(陸上を通過, 洪雨) 45—2—13~15 2—3—15~20(grad. 小)
 2—4—7~9(陸上を通過, 大雨) 2—6—3~7(雨)
 2—10—3(殆んど陸上通過, 大雨) 2—10—15~18(陸岸通過, 洪雨)

(2) 日本海を通過するもの

2—12—12~13

〔B〕 下降の部(第2圖▽印)

水温密度の異常降下は大正2年12月3日の様に獨立して起ることもあるが、それよりもLが通過し去りて以前の異常上昇が復歸解消するに因るものが多い様である。何れにせよ異常降下と低氣壓との關聯を調査して見れば次の通りである。

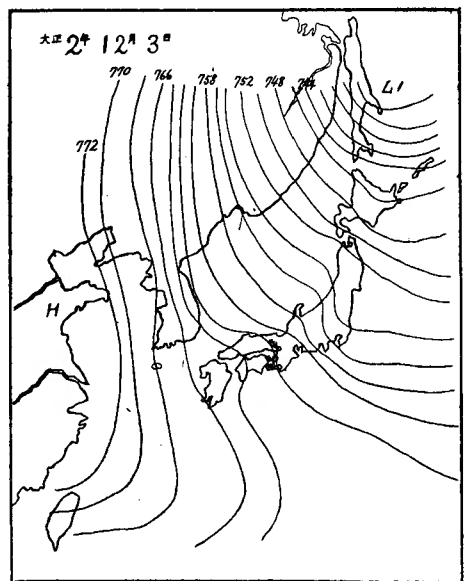
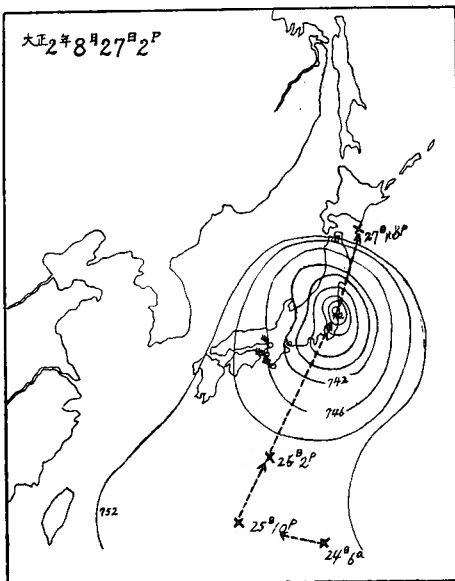
I. 温密度低下と L とが相伴ふ場合

(1) 低氣壓部位北海道附近(以南は除く, 日本海方面は除く)

44—10—25(復歸) 44—11—2 44—11—18(復歸)
 44—12—19(復歸, 第4圖) 45—2—24(復歸) 45—3—12
 45—4—15(復歸) 2—1—19 2—4—6
 2—5—1 2—8—29(復歸, 第11圖) 2—10—23(復歸)

第 11 圖(前日マテハL弱勢)

第 12 圖



大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

2-12- 3(第12圖) 2-12- 9 3- 2-21(復歸)

(2) 奥羽地方東方洋上

44-10- 9 44-11- 6(第13圖) 44-12-24(復歸)
45- 2-17 2-10-30(復歸) 2-12-17(復歸)
3- 2-10(復歸, 第8圖参照) 3- 4-23(復歸)

(3) 關東, 中部地方南方洋上

2- 4- 8 2- 5-24(復歸) 2-10-14(復歸)
3- 2-19 3- 3-14

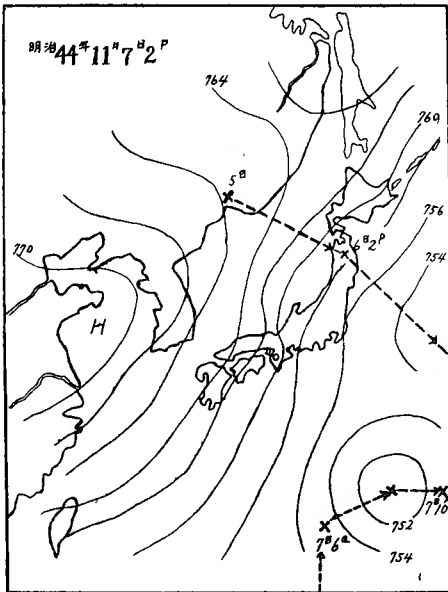
(4) 日本海

44-11-23 45- 4- 9(復歸) 45- 4-18(復歸)
3- 1-24 3- 2-24(復歸)

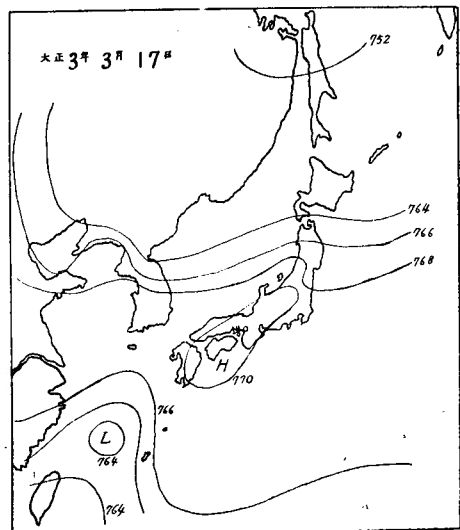
(5) 九州附近(500 km 以內)

44-10-15(復歸) 45- 3- 3 2- 7-20(復歸)
3- 3-17(復歸, 且つH内, 第14圖)

第 13 圖



第 14 圖



(6) 臺灣附近

45- 6-14(復歸, 且つL 進行せず)

(7) 其他

2— 6—10(遼東)

II. 温密度の降下あるも天氣圖上 L を見ざる場合

下の日附の様に往々にして此の類もあるが、然し大抵は其の下降程度僅小で而も以前の
上昇が復歸したにすぎぬものが多い。雨によることの明かなもの若干ある。

44—12—29	45— 4—22(復歸, 雨)	2— 3— 5(不連續線)
2— 4—12(上昇終了或は復歸)		2— 5— 7(復歸)
2— 5— 9(H内)	2— 6—18(復歸)	2—10— 6(H内)
2—11—10(復歸)	2—12—21(復歸, 大雨)	2—12—25(復歸)
3— 1— 1	3— 2— 5(微小)	3— 2—14(復歸)
3— 3— 8(復歸)	3— 3—22(復歸)	3— 3—27(復歸)
3— 4— 1(復歸)	3— 4—20(復歸)	3— 4—27(復歸)

5. 調査結果の考察

以上調査の結果を表記すれば第1表の如くなる。表中 +9 とあるは、天氣圖からは L な
しの部に入るべきも、實は L が天氣圖外で臺灣南東方洋上にありと想像されるものを便宜
上その欄に纏めたものである。

第 1 表

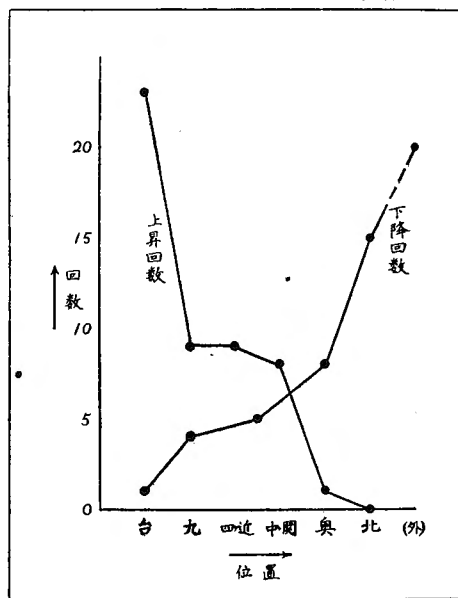
低 氣 壓 の			海 水 温 ・ 密 度 の		
有	無	位 置	上 昇	不 變	下 降
な	し		6	—	20
あ	り	* 北 海 道	0	7	15
		太 奥 羽	1		8
		平 關 東 ・ 中 部	8		5
		洋 近 畿 ・ 四 國	9		4
		側 九 州	9		1
		臺 灣	14+9		
		日 本 海	7	2	5

※ この欄はすべてその地方の南方洋上なることを示す。

特に太平洋上に在るLにして水温・密度の上昇及び下降を始めしむるものゝ位置をグラフにて示せば第10圖の如くなる。ここに(外)とあるは、下降の際Lなきもの21例が大

第 15 圖

海水温密度異常上昇の回数と上昇
開始日の低気壓中心位置との關係



抵は低気壓通過後の復歸によること前述の通りであるから、それをLが北海道よりも更に東北方天氣圖外に去つたものと想像して假りに置いて見たもので、それ以上の意味はない。只下降の曲線の形勢よりして——線の部分が「右上り」になるであらうことは想像されるのである。温密度の下降は勿論上述以外他の原因（例へば大雨や高氣壓等）によつても生起するのは當然で、20例全部を(外)に持つて來るのは無理かも知れぬが、かくして引いた鎖線の部が北海道よりも更に遠方に對し急に上昇を示すを見ると相當の意味があると思はれる。

要するに大崎灣水温・密度の異常變化は主として低氣壓と密接な關係あること明かで、それが如何なる位置にあるときに變化を起し始むるやは必ずしも精密に明言出來ぬとは云へ、大體に於ては第15圖の示す如く、本州中部を界としてLの位置が大崎灣より遠くに存在するほど次第にその回数を増すことが目を引く。然し之は低氣壓が西南方面に發生すること多く、それが東北に進行して本土から遠く北方まで逃げ去ること頻繁なるが爲に外ならぬ。温密度の上昇がmaxになる日の低地壓中心は大崎灣に近きときほど回数が多いのと言ふまでもない。而して温密度異常上昇の程度は、Lが進行して本土に接近するにつれ又夫れが猛烈なものほど顯著なること勿論であり、異常低下は、Lが本土附近を通り抜けて遙か北方に逃げ去つて、今までの上昇から復舊する爲めのものが多く、只折々高氣壓や氣壓急勾配に關係するものあるにすぎない。

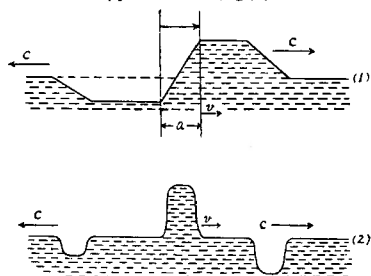
6. 上記現象の機構

大崎灣海水の斯様な温度及び標準比重の異常上昇は、先づ以て其の直接原因を紀伊水道へ流入する黒潮系海水の増量に歸せねばならぬ。水温だけの上昇なら気温の影響といふこともあり得るのであるが、標準比重従つて鹽分まで同時に上昇するのは、水質そのものが變つたことを意味し、新たな高温高鹹の混入なくては起り得ないであらう。而して大崎灣へ新たな高温高鹹の水の混入といふことは、黒潮系海水の流入増加以外に其の途がないからである。苟然らば、その黒潮流入の變化は何に因つて起るかが次の問題となる。黒潮流入が一日乃至數日の短期間に變化する原因としては、どうしても或氣象作用としか考へられない。而して我々は夫れを低氣壓の作用と見て前述の調査を試みたわけである。

低氣壓が其の地附近に襲來した場合に海水の流動を惹起し得ることは特に説明を要しないが、然らば如何にして遠方の低氣壓が、未だ天氣上には影響を及ぼして居ない地方にまで、海水の流動に影響し水温密度の變化を生じ得るであらうか。此の點に關し最も適切有力なる根據を與へて呉れるものは、竹上博士⁽⁵⁾の「進行性局的大氣擾亂の海水に及ぼす影響」に關する理論的研究である。低氣壓擾亂區域内に起る海水の運動や海面昇降は疾に Proudman 及び野滿等によつて計算式が與へられて居るが、低氣壓域外の海水變動に觸れたものは竹上博士を嚆矢とする。其の理論によれば、元來靜止せる深さ h の海の一局部に幅 a の間だけ俄に風が吹き出すと、第16圖に示す如く、風域では風の強さに應ずる海面傾斜を生じ、夫れが風域自身の進行と同速度 u で強制波として進行する外、前後兩側には風域のそれとは反傾斜を生じて夫れ夫れ風域から脱出し、自由波として $c = \sqrt{gh}$ の速さを以て逃避する。大洋中では通例、風域の進行速度は $\sqrt{gh}$ よりも遙に遅いから、海面の狀況は第1圖の(1)の様になる筈だといふ。果して然らば、風域進行の前面

にありては未だ風域の到達以前に海水の前進流動を見るべく、後方にありては海水の干退が起るであらう。又低氣壓に伴ふ氣壓低下作用も同様に、低氣壓部位に於ては之に應ずる海面膨起が起り強制波として低氣壓部位と同速度で移動する外、前後兩側には海面の陥凹が自由波として $\sqrt{gh}$ の速度を以て低氣壓部位から逃避し行くこと、第16圖(2)の如くな

第16圖 局部的風及び氣壓低下の海上に及ぼす效果



(5) 前出(3)。

るべしといふ。而して強制波と前進及び後退自由波の流速若くは波高の比率は $\frac{2}{c^2 - v^2}$: $\frac{1}{c(c-v)} : \frac{1}{c(c+v)}$ となる筈で、前進自由波は後退波よりも常に大で、而して v が増大して c に近づくほど著しくなる。即ち低氣壓の進行が迅くなるほど前進波が顯著となる理である。

竹上博士の此の理論は地球自轉の影響も海水粘性も無視した近似論ではあるが、夫れでも問題の性質を把握するには充分である。尙言ふまでもないが、風或は氣壓が變化すれば其の變化量だけを新生のものと見ればよいから、夫れに應ずる新自由波が発生する筈である。

そこで此の理論を我々の現下の問題に照らして考ふるに、大崎灣よりも遙か西南方例へばフィリツピン或は臺灣東附近に低氣壓が発生し東北方に進行し出す場合には、其の部位を脱出前驅する自由波の爲めに四國紀州あたりの海水が影響を受け、從つて紀伊水道に流入する黒潮の量に増減があつてよいわけである。而して其影響はフィリツピン附近からでも僅かに 3~4 時間で現はれることになる。何故なら、フィリツピンより大崎灣までの距離は 2400 浬そこそこで、深さを平均 4000 米とすれば $\sqrt{gh} = 200 \text{ 米/秒} = 720 \text{ 浬/時}$ であるから、到達に要する時間は $2400 \div 720 = 3.3$ 時となるのである。而して一度高温高鹹の水がは入つた後は、何か他の原因で夫れが再び退却せない限り數日に亙り高温度高鹽分を持續するのは當然であるから、幾日も高温高鹽分を連續測定した場合と雖も何も其の間絶えず外洋の黒潮水系が浸入しつゞけたと解する必要はない。黒潮水系が續いて浸入すれば勿論のこと、只一度浸入し來た場合でもそれが退却せねばよいのである。斯く考へると、低氣壓が西南方より進行し來るとき、大崎灣の海水が高温高密度を示し始めるのは、低氣壓の作用による自由波の影響であらうと吾々は解釋するのである。そしてそれが發達すれば勢力の増加しただけ夫れに應じて新たな自由波が新生増大するし、更に低氣壓圏内に大崎灣が入ればブラウドマンや野滿の理論が示す様に、風の吹よせ作用や氣壓の吸上作用により愈々効果を増大する。低氣壓が大崎灣より遙か東北方に去るか或は支那大陸若くは日本海北部に去ると、却つて逆効果を示すか或は少くとも常態に復するのではあるまいか。

此の問題に關聯して吾々は、低氣壓の作用といふものが遙か遠方の風もない靜穩な天氣下にある地方の海にまで如何に顯著に及び得るかといふ、二つの別な事實を指摘して我々の所論の傍證としたい。其の一つは誰でも知つて居るウネリの現象である。ウネリは低氣

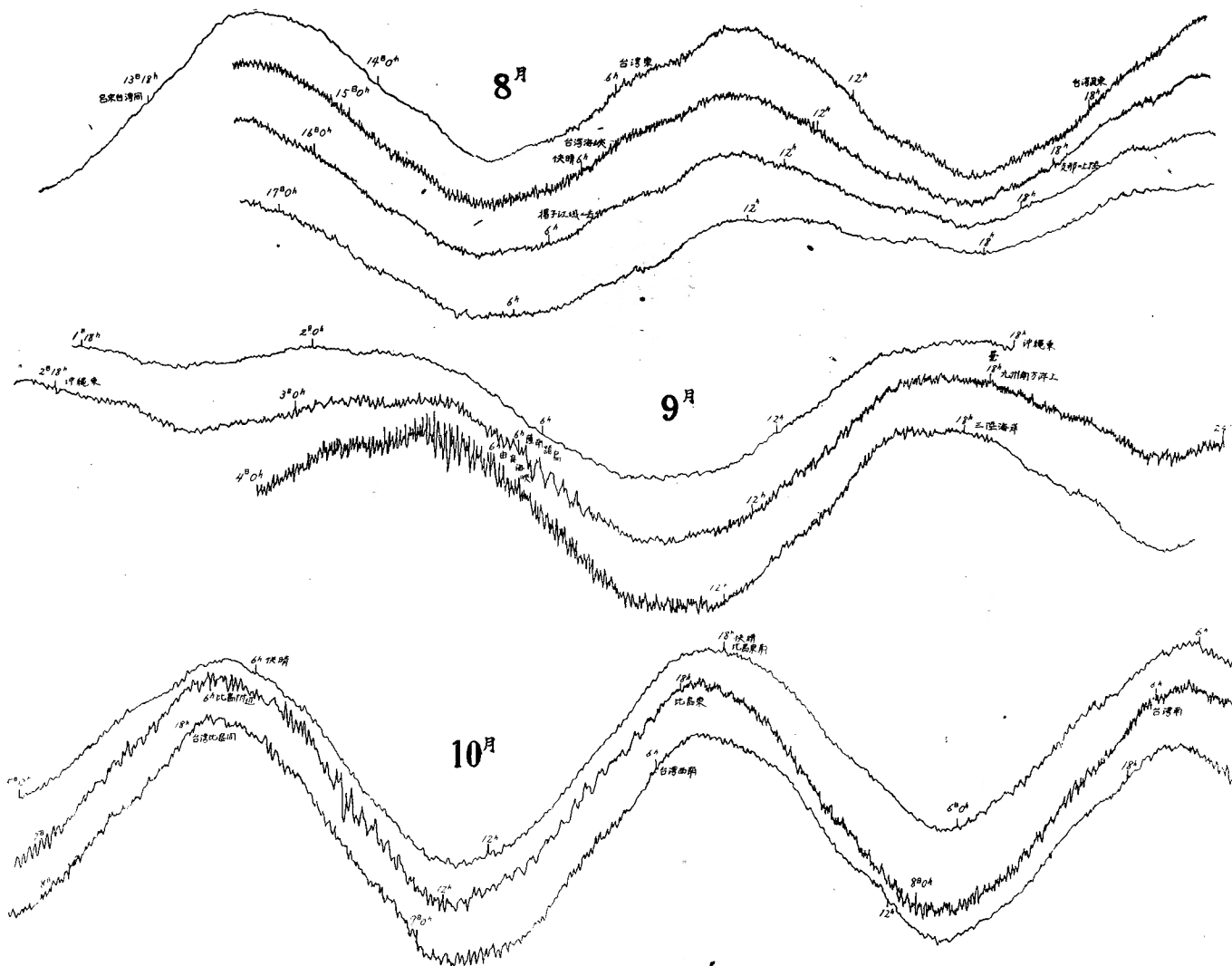
壓部位から脱出した長波の一種であつて、快晴の日に逆巻く海岸の磯波もそのウネリの傳播されたものと考へられて居る。土佐海岸などではウネリの地をうつて起る海鳴りが低氣壓襲來に先だつこと數日前なることさへあり、低氣壓豫報上注目の價值あることは故寺田博士の疾に唱導せられた處である。特にアフリカのモロツコは世界的にウネリの猛烈を以て有名で、往々大汽船を顛覆せしめ港灣を破壊し大慘害を與ふる程であるから、其の豫報は同地の重大問題となり、今日では夫れが低氣壓の英國附近にあるときに襲來することが明にされ、豫報が出来る様になつて居る。之を以て見ても低氣壓の作用が如何に遠方まで猛勢力を振ふことがあるか想像に餘りがある。

今一つ参考にあげたい事實は、大崎灣の驗潮記録上に二三分の週期をもつた極めて特徴ある短週期副振動が一日二日或は數日に互つて現はれ、而も夫れがフィリッピン、臺灣あたりに低氣壓の出現と共に始まり、低氣壓の東北進行發達に従ひ愈々顯著となり、低氣壓が支那大陸方面に上陸するか或は太平洋側を大崎灣より遙か東北方に逃げ去ると共に、副振動亦衰弱消滅することである。此の事實は著者等が大崎驗潮所開始と共に氣付いたことであつて、其の管理中に得た一二の例を、第17圖に示すことにしよう。其の後、豊原義一學士に驗潮所管理を委托する様になつてからも勿論、屢々同様の現象に遭遇したことは、同氏の報文中に記述された通りである。この一目見てすぐ夫れと分る様な鋸齒狀の短週期セインが其の原動力をウネリの刺戟に得たものか、或は亦竹上博士の指摘する自由波の作用によるかは不明であるが、兎にも角にも低氣壓の作用が如何に遠方まで顯著な効果を奏することがあるかは明に實證されて居る。従つて現問題の水温密度異常變化を呈するやうな流れの變化をさへ發生し得べきことは想像に餘りがあると思ふ。

果して然らば、低氣壓進行の前面に當る地方は海岸到る處同様の現象があるであらうか。この點に關しては我々は未だ調査の資料をもたぬから何ともいへぬが、次節に述べるやうに、幸にも駿河灣に於ては確かに類似の現象あることが分つて居る。思ふに遠方から傳はる自由波の爲めの流れが成るべく衰弱分散せず自由に進出し寧ろ集中される様な地勢の港灣、従つて外洋との連絡が深い溝になつた様な喇叭狀の入江などには上記の現象が顯著で、開いた直線狀海岸で特に遠淺の海だとエネルギーが減衰消失し易いから問題の現象は現はれにくいのではあるまいか。記して後日の調査に俟つ。只、紀淡海峽にせよ駿河

(6) Y. Toyohara: Tides and Seiches of Osaki Bay; Mem. Coll. Sci. Kyoto, 15 (1932), 157.

第17圖 遙か遠方の低氣壓による大崎港の特徴あるセイシ記録 (大正15年)



大崎灣に於ける水溫密度の異常變化と其の原因

灣にせよ著しい深みが外海から内陸に向け侵入せることは周知のことであり、別けても駿河灣は數百米の深溝が大磯茅ヶ崎あたりを目懸けて入り込んで居ることを注意して置く。

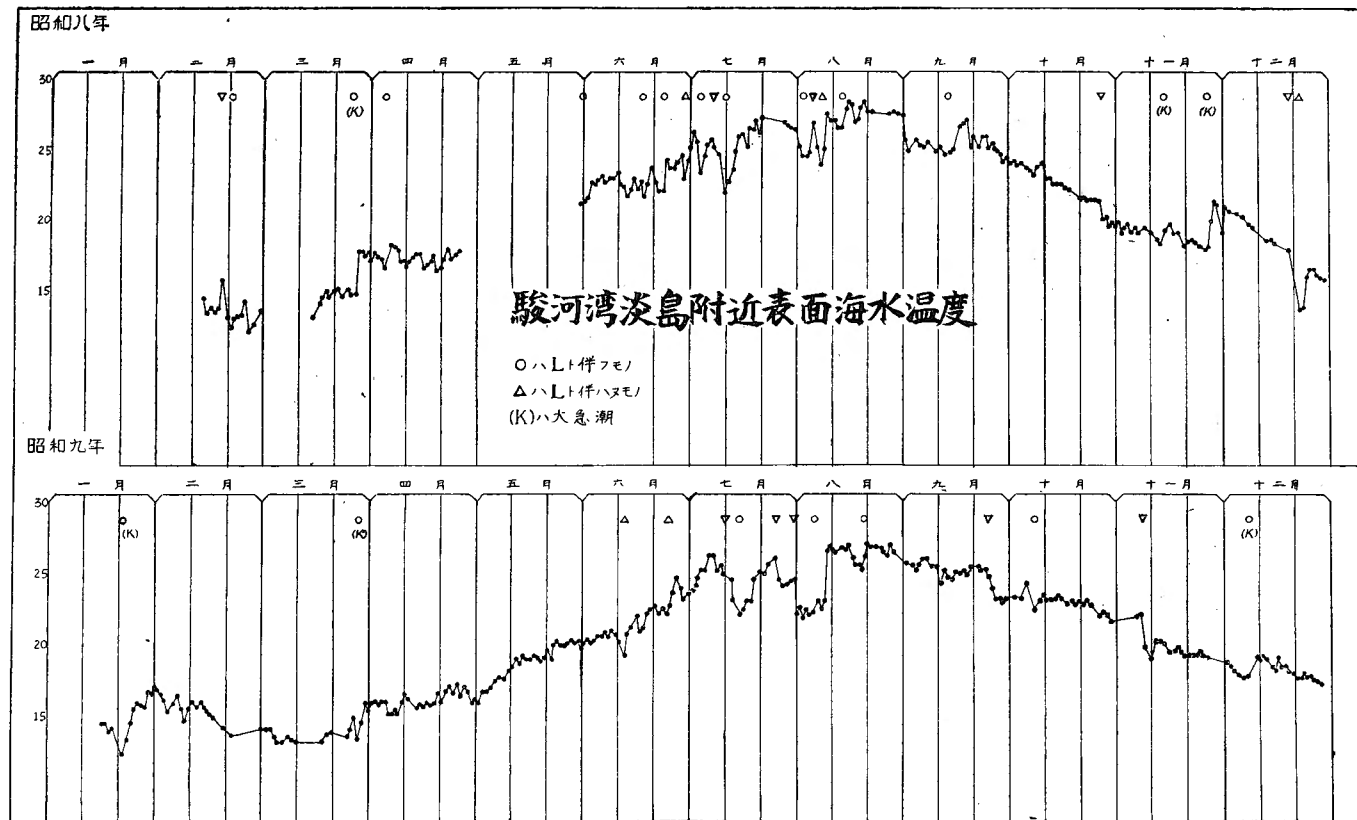
上述の如く、自由波の進入集中しやすき港灣に對しては、遙か遠方の低氣壓が水温密度の異常變化を生じ得べきことを承認するとして、然らば其の主原因は低氣壓の氣壓作用そのものであるか但しは之に伴ふ風の作用であるかの問題が起る。黒潮の様な高温高鹹水が外洋にある附近の港灣では、水温密度の異常上昇は風に基く自由波の効果に違ひなく、異常下降は氣壓作用そのものかも知れぬことが、第16圖に示した竹上博士の理論から推定される。然るに大崎港に於ける實例では水温密度の異常上昇の場合が回数も多く且つ顯著であるから、之等は當然風效果の現はれと見ねばならぬ。異常下降でも前記の異常上昇に引續き現はれるのは、單に進行性風效果の逃避若くは衰減による恢復反作用にすぎないものが多い。只平常狀態から始まる異常下降には氣壓其のものの作用と考へねばならぬものもある様である。然し夫の類のものは回数も少く且つ餘り著しいものはない。其上、雨や河水の影響も含まれて居るかも知れぬし、兎も角低氣壓の遠方作用は本問題に關する限り、氣壓そのものよりも之に伴ふ風の効果が強力の様である。只44年11月4日の高氣壓に伴ふ上昇は風力は弱いから氣壓による前進自由波と見るべきであらう。尙ほ第12圖の様な日の異常降下は風の作用なると云ふまでもない。蓋し海流は風向よりも右偏すべきであるから、此の日記伊水道の水は寧ろ外洋に吹やられる傾向にあるのである。

7. 駿河灣に於ける同種の現象

大崎灣に於ける海水水温密度の異常上昇が主として本土に接近せんとするしと密接な關係を有することは以上述べた通りであるが、もしその本質が吾人の解する如きものであつたならば類似の現象は太平洋に面する他の灣に於ても見られる筈と思はれる。然るに幸にも近時木村喜之助氏が駿河灣東北隅淡島に於ける昭和8—10年の詳細なる海況報告⁽⁷⁾を出され、海水の温密度が異常變化を示すことあることを指摘せられた。特に同氏は急潮（後に説明す）なるものを觀測して居り、水温密度の異常上昇に際し外部より灣内への海水流入あることが具體的にも實證されて居る。第18圖に其の資料の一部表面温度のみを示す（一日4回觀測の平均）。別に25m層水温其他の觀測もあるが略する。吾人はこの資料でも低

(7) 前出(4)。

第 18 圖 駿 河 灣 水 温



大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

氣壓との相關を研究せんとするものであるが、調査の方針は大崎灣の場合と全く同様である。只此の年代の中央氣象臺天氣圖は最早や南方がルソン島の南部邊まで擴大されて居り、大崎灣の場合に於けるよりも遙かに廣範圍の低氣壓の存在・去來を求め得たのと、颱風記號が附せられて居り之を利用することの出來た點を異にして居る。

I. 上昇の部

A. 水温上昇と L とが相伴ふもの（第 18 圖に於ける○印にして、著しき水温上昇は悉く之に屬す）。

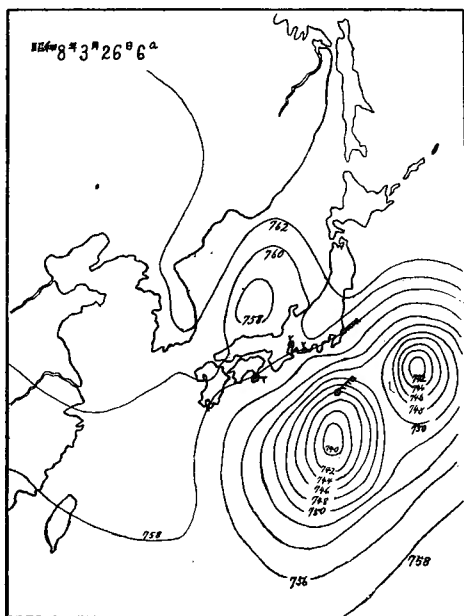
(1) フィリピン諸島とマリアナ諸島との間(寧ろ小笠原近く)に L がある場合 (τ は颱風, ※は途中埋積, K は急潮實證を示す。

(昭和) 8—^{年 月 日}7—4(T) 8—7—9(T) 8—9—13(T)
8—11—13(K)(T) 9—10—8(T)

(2) フィリピン附近

8—6—1 8—6—23※(T) 8—7—17(T)
8—9—12※(T) 9—7—14(T)

第 19 圖



大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

(3) 臺灣附近

8— 8— 2(*T*)

(4) 九州南方

9— 8— 6(*T*, 急激發達北上, 第19圖)

(5) 本州南方海上

8— 4— 4

8— 6—18

8— 8—13

8—11—26(*K*)

9— 3—27(*K*)(別に房總半島局部低氣壓)

9—12— 7(*K*)

(6) 奥羽地方の東南

8— 2—21

8— 3—26(*K*, 低氣壓急發達, 第20圖)

9— 8—19(*T*)

B. 上昇があつて颱風無きもの(第18圖に於ける△印):— 此の類も若干あるが何れも比較的僅微なるもののみにして、而も附記の如くそれ相當の理由は考へられる。

年 月 日	記 事	年 月 日	記 事
8— 6—28	極く浅いものがフィリピン附近にあり、又駿河灣上に局部小低氣壓あり。	9— 1—22	前數日來北海方面に猛低氣壓ありて急勾配平行等壓線による急降下が此日より復歸せるものと思はれる。
8— 8— 7	極く浅きものなら南方洋上にあり。	9— 6—12	以前の下降が復歸したもの。
8—12—22	前數日來北海方面に猛低氣壓ありて急勾配平行等壓線による急降下が此日より復歸せるものと思はれる。	9— 6—24	駿河灣に局部的小低氣壓あり。

C. 低氣壓があつて水温が上昇せぬ場合(～は天氣圖上に見られる日數, ※は却て下降する場合):— 大崎灣研究の場合よりも天氣圖の範圍が廣くなつた爲め、遠方の低氣壓數がうんと殖へ從て本項に屬する例も増加して居る。

年 月 日	記 事	年 月 日	記 事
8— 3—16~17	水温相當上昇す。Lは朝鮮海峡附近より三陸沖へ抜ける。	8— 5—10~11	マリアナ附近に浅き颱風あり、やがて埋積す。
8— 3—20~21	Lシベリアより三陸沖に抜ける。大磯眞鶴等には水温上昇あり。	8— 7— 7~10	マリアナ附近にLあり、北上せず埋積す。
8— 4—23~28	少し水温上昇す。颱風はルソン附近より小笠原附近を東に去る。	8— 7—25~28	ルソン附近より起り臺灣南で埋積。
		8— 7—30	ルソン東より北進。25m層は著しく水温上昇す。

大崎灣に於ける水温密度の異常變化と其の原因

年 月 日	記 事	年 月 日	記 事
8—8—15~16	少しく水温上昇す。マリアナ附近にTあり、やがて埋積す。	9—8—11	一日だけ浅きものマリアナに出現。
8—8—31~9—5※	ルソン東より北進し、朝鮮海峡より三陸沖へ抜ける。	9—8—14~18	25m層水温上昇。颱風比島東より小笠原附近を経て東北へ去る。
8—9—6~7	25m層水温上昇。ルソン東にT發生そのまゝ埋積す。	9—8—22~24※	比島東にありてすぐ衰ふ。
8—9—10	マリアナ西にTあり、やがて埋積す。	9—9—4	少し水温上昇の兆あり。Tはルソン東より臺灣を経て朝鮮海峡より日本海通過。
8—9—29~30	ルソン東より西に出で埋積。	9—9—12	25m層水温上昇。Tはルソン東より西北に去る。
8—10—6~8	マリアナ附近に發生せるも、浅く且つ餘り移動せず途中衰弱。	9—9—13~21	颱風はマリアナ附近より北上。
8—10—9~10	小笠原附近に發生北東に去り、駿河灣には常に遠ざかる一方なり。	9—9—23	ルソン東岸にTあれど浅く、西進埋積。
8—10—14~22	マリアナ西より北西進し東支那海に入りて初めて東北進し本州上を通過す（雨多し）。	9—9—27~30	25m層水温上昇。マリアナ西より西進。
8—10—23	比島東より西に去る。	9—10—1~5	マリアナ西より起り西進。
8—11—8~12	マリアナ附近に起り、途中埋積。	9—10—15~17	ルソン東岸より西進。
9—4—20~22	浅きし東支那海より日本南岸を通過し三陸沖に去る（陸上雨多し）。水温少し上昇。	9—10—17~21	マリアナ西よりルソンに向け西進。
9—5—16~18	比島東にT發生、そのまゝ埋積。25m層水温上昇。	9—10—22~28	マリアナより徐々に東北進し、小笠原附近を通り去る。
9—7—31~8—5	ルソン東にTありて全く移動發達せず。	9—11—13~17	比島東より西進。
		9—11—19	比島北に一時現はれ直ちに埋積。
		9—11—30~1	比島東岸より西進。
		9—12—2~5	比島東に颱風二組あり、途中埋積。

之を見ると、水温上昇を起さぬ颱風は大抵發生地から東北方向の日本本土に向はずして西進するものや殆んど停滯するもの、或は勢力微弱でやがて埋積するものなどで、當然のことだと首肯される。只一二北進して朝鮮方向から本土上又は日本海を通過するものや小笠原附近を東北進するもので水温の上昇がもう少しあつてもよいと思はるゝものはあるが、それも陸上の降雨が強くて温密度の上昇を妨げたり、或は木村氏の研究により夏季には實際に急潮があつても水温の上昇を見ないことが往々ある（灣内表面水温が既に高く黒潮系との差僅かになつて居るためか）と云ふから、外洋水の流入は實在してるのかも知れない。

II. 下降の部：一急降下は上昇に比して割合に回数少く、次の10回位が目立つ。降下の原因は大崎灣の場合と同様、上昇の復歸か急勾配平行等壓線による偏西強風か、然らずん

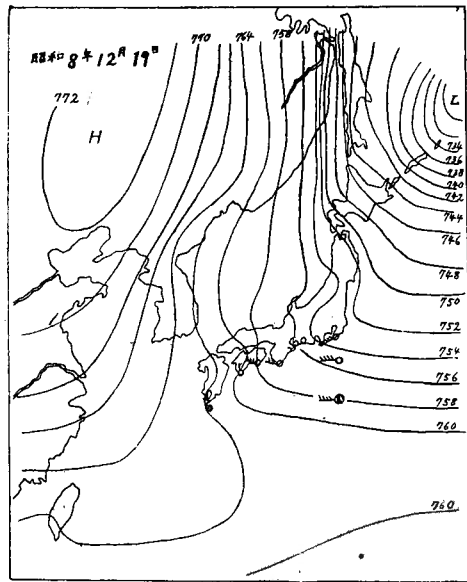
ば其附近が高氣壓内にある爲めの様である。

- 8— 2—18(關東沿岸北西風), 8— 7— 6(復歸), 8— 8— 4(復歸)
 8—10—26(高氣壓内), 8—12—19(灣外偏西強風, 第21圖)
 9— 7—10(灣外偏西強風), 9— 7—24(同上), 9— 7—29(同上)
 9— 9—23(本州高氣壓), 9—11— 7(灣外偏西強風)

此等の内、特に紛れのない著しい急降下は、大抵北海道樺太方面に低氣壓があつたり關東東南洋上に高氣壓隆居し駿河灣外に偏西強風連吹せる場合に多く、其一例として昭和8年12月19日の天氣圖を第21圖に示して置く。風の爲に起る海水の流れが地球自轉の偏向力により右偏することを考ふれば、かゝる場合には海水が外洋に向つて吸ひ出される傾向にあることは明かである。

所謂急潮に就て：一急潮とは三浦定之助氏⁽⁸⁾が始めて用ひた用語で、木村喜之助氏も之を襲用し灣水が普通の潮流とは全く別に突然多少とも強盛な流動を起すを云ひ、一二

第 21 圖



れども、水温の上昇を伴はぬことも少くない。それで木村氏は漁業上の立場から、對流期に於ける水温異常上昇を伴ふ強力な急潮を特に重要視して大急潮なる名を與へ、夏の成層期に於ける急潮特に水温上昇を伴はぬ急潮はたとひ流速大であつても大急潮とは呼ばぬことにして居られる。

兎も角、氏の急潮研究は漁業上將又海洋學上極めて有益なるもので、特に水温密度異常變化に際し海水の流動あることを具體的乃至實測的に捉へ得たことは一大功績と云はねばならぬ。吾々も十數年前から、大崎灣の水温密度の異常上昇は外洋水の流入によるとの想定で、研究を開始したけれども實證的事實は持たなかつた。氏の實證を見て大に意を強くした次第である。

然らば如何なる原因により外洋水が浸入するか、換言すれば急潮の原因に就ては、氏は餘り觸れて居ない。只一回昭和9年3月29日の急潮につき、之が想定原因として8日前の3月21日不連續線が通過して御前崎あたりの南方沖合に強烈な南西風が短時間吹き續けた爲らしいとし、其他の春季大急潮は同様の原因で10日位遅れて起るのではないかと云つて居る⁽¹¹⁾。然し附近の沖合に吹いた風の作用が何日も現はれないで8日も10日もしてから突如として海水の急動を起すとは我々の頭にはどうしてもピンと來ないし、且つ當日は近くに低氣壓があるのである。同じ對流期でも9年1月22~26日の大急潮は木村氏の例とは反對の北西風のときに起つて居るのである。加之、氏は夏秋の候に起る急潮の原因に就ては何等觸るゝ所がなく、只其の回数が甚だ頻繁であるから、何か規則的な週期様のものではないかとして、其の間隔を調べて居るにすぎない。

我々の考へでは前續述した通り、水温密度の異常變化も急潮も共に其日の氣象作用によるもので、特に問題の地點に向つて進行し來る低氣壓の作用が主原因をなすものと信ずる。而して其の土地に接近すればするほど強力となるのは言ふまでもない。夏秋の頃に急潮が頻繁となるのは颱風の發生が頻繁となることを併せ考へれば了解出来る。急潮自身に固有な週期と云ふものはなく、結局は本土に向つて進行する低氣壓の間隔に左右されるであらう。木村氏論文にある急潮記録中から、特に流動速度の40 cm/sec以上のもの又は一日に30 cm/secが2回以上觀測された日を取り、之を前表の日附のところに(K)なる記號で記入し、更に第18圖中にも(K)印で記入して見ると、殆んど悉く低氣壓の存在する日で、

(11) 既出(4)。

而も大部分特に對流期に於けるものは殆んど全部が水温密度異常上昇の日と一致し、我々の考へを裏書して呉れる。

以上駿河灣の水温密度異常上昇の原因も亦、主として本邦に向つて襲來せんとする南方洋上低氣壓中漸次發達するか少くとも途中餘り勢力を減少せず東北進するもので、上昇開始日の中心位置は矢張りフィリッピン諸島とマリアナ諸島との間が最も多く、本邦南方洋上之に亞ぐ。結局は颱風又は低氣壓の發生し易き地域だからである。しかし上昇の度合は低氣壓が本邦に近づく程増大し、問題の地點が低氣壓圏内に入るとき最も顯著なるは言ふ迄もない。又水温の異常降下は、前記異常上昇の復歸以外には、高氣壓が沖合海面の偏西強風の連吹時に起る様である。

8. 結 論

以上數節に亘つて論じた處を要約すると

(1) 港灣の海水水温密度は往々急激に異常の變化を呈することがある。我々は大崎灣にて木村喜之助氏は駿河灣にて之を確認した。

(2) 水温密度の異常變化は外洋水の出入による。而して其の實際的證據は木村氏の急潮實測で明白となつた。

(3) 黒潮流域の海岸に於ける水温密度の異常上昇從つて外洋水の侵入の原因は主として本邦に向つて前進する低氣壓である。

(4) 水温密度異常上昇開始は低氣壓が隨分遠方にあるときから認められる。但し其の上昇速度は低氣壓が問題地點に近づくほど著しくなり、途中で發達すれば益々効果を増す。然し問題地點を去れば効果衰へ、遂に復歸下降する場合が多い。

(5) 低氣壓の水温密度上昇効果は其の四周一様でなく、進行前面に最も強く集中され、側面では微弱である。後面は寧ろ反對効果を呈する。此の性質はウネリに於ても同様である。從つて南洋方面に出來た颱風で西進するものは勿論北進するものも本邦海岸に水温密度の變化を生ずること稀である。途中埋積するもの或は移動せざる低氣壓の効果も亦微弱である。

(6) 低氣壓が問題の地點に達して擾亂域内に入つたときの水温密度異常上昇從つて海水の流動を起すのは、氣壓が低い爲めの吸上げ作用と風の吹きよせ作用（但し地球自轉によ

り右偏する)で了解されること架説を要せぬ。

(7) 然し未だ低氣壓圏外にある遠方の地點で既に僅少ながら水溫密度の上昇を開始する理由は、竹上藤七郎氏が「局部的進行性大氣擾亂の海面に及ぼす影響」で論じた自由波によつて了解される。

(8) かくの如く低氣壓の作用が天氣上には未だ現はれない地方でも海水には既に現はれ得る傍證として、うねりの現象と大崎驗潮記録に見ゆる特徴的短週期セイシとの二項を掲げた。但しかゝる短週期振動其自身が海水の一方的流出入従つて水溫密度の異常變化を來す直接原因ではあり得ない。

(9) 水溫密度の異常降下は、上昇の復歸なる場合の外は、其の地方が高氣壓内にあるか或は灣内の水を引き出す様な偏西強風の灣外沖合に連吹するとき多い様である。

終りに、本研究には其の最後の完成に當り日本學術振興會第4特別委員會の援助費を一部使用した事を記して、茲に同會に深謝の意を表する。又資料を提供せられた大崎眞珠養殖所に對しても深甚の謝意を表せねばならぬ。