

1962~64年の日本海における輸送水量の 変化と海況変動

永 原 正 信

On the Seasonal Variations of the Transport Volume and Oceanic Conditions in the Japan Sea from 1962 to 1964

MASANOBU NAGAHARA

Abstract

The author discussed the transport volume, the velocity of the Tsushima current and the southward stream caused by this current, using the data of the oceanographical observations from 1962 to 1964 in the Japan Sea.

The major points obtained from this survey are summarized as follows:-

(1). The inflowing volume, i. e., the volume of the water passing through the Tsushima Straits, and the northward stream of the Tsushima current showed respectively their lowest values in the year of 1963.

(2). The southward stream occurs during the winter season from November to March of the next year, when the inflowing volume and the northward stream being to decrease.

(3). Although the velocity of the Tsushima current generally increases during the summer and autumn, observations in 1962 (strictly speaking, from April of 1962 to the same month of the next year), demonstrated an irregular tendency in such a way as it successively decreased during the summer and autumn, consequently taking its lowest value in April of 1963, while a slight rise was noticed in October of 1962. Thus, it seems worth noticing that this conspicuous phenomenon was observed centering around the period of the usually cold water temperature of the year in the Japan Sea.

I. は し が き

対馬暖流は、対馬水道の東西両水道を通過して日本海に入り、本洲沖において2~3分枝にわかれ、青森県西方海域で収斂される。この間、約1カ月余りを要するが、対馬暖流が輸送する熱量は、日本海の熱源の主要な部分を占めており、その変動は日本海の家況全般を直接左右する。

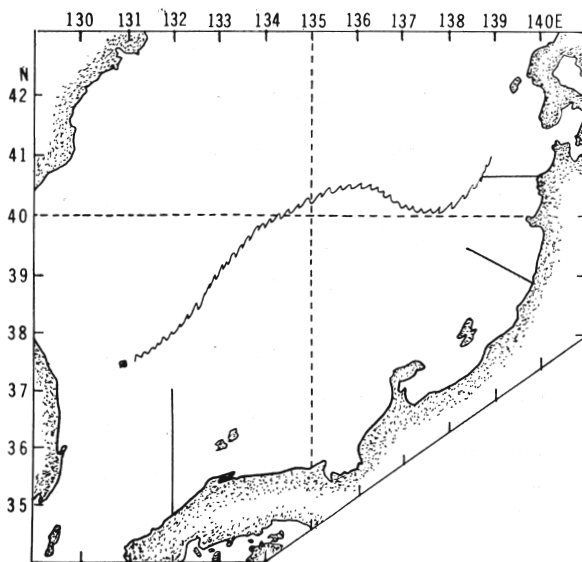
対馬暖流の輸送水量については、すでに、宮崎(1952)、泰(1962)、函館海洋気象台(1964)などの報告があるが、筆者は、“異常冷水”の年として注目をあびた1963年を中心にした3カ

年間の海洋観測資料にもとづいて、対馬暖流の輸送水量の変動を検討し、あわせて1963年の異常海況について考察を加えたので、ここにその結果を報告する。

Ⅱ. 使用した海洋観測資料と輸送水量の計算方法

輸送水量の計算は、次の月例海洋観測定線についておこなわれた（第1図）。

- 1) 島根県浜田北方130 浬
- 2) 山形県加茂北西方80 浬
- 3) 青森県鱸作埼西方50 浬



第1図 計算に用いた月例海洋観測定線

これらの観測は、島根・山形および青森県水産試験場によつて、それぞれ実施された。計算に用いた観測の期間は、いずれも1962年3月～1964年6月である。

輸送水量の計算には、泰（1962）の方法を用いた。すなわち、

$$Q = \int_0^d \Delta D \cdot dz$$

ここに、 ΔD はダイナミック・メーターのアノマリーを、 dz は観測層の深さを、 d は基準面*の深さである。

輸送水量 T は、

$$T_x = \frac{10}{\lambda} \cdot \frac{\partial Q}{\partial y} \quad T_y = -\frac{10}{\lambda} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x} \quad \lambda = 2\omega \cdot \sin \varphi$$

* 対馬暖流の流動を力学計算によつて求める場合には、基準面を400m以深にとればよいことが明らかにされている。しかしながら、この報告に使用した海洋観測資料は、いずれも300mを最深観測層としているので、 $d=300m$ とおいて計算をおこなつた。日本海洋学会（1955）によれば、基準面として実用的には、黒潮流域では1,000m、対馬暖流では300m位をとつても、たいした誤差は起こらないとされている。

で与えられ、A・B、2点間の輸送水量Tは、

$$T = \frac{10}{\lambda} (Q_A - Q_B)$$

となる。すなわち、A・B、2点間の輸送水量は、ダイナミック・メーターのアノマリーの差によつてきまる。

また、流速Vは、

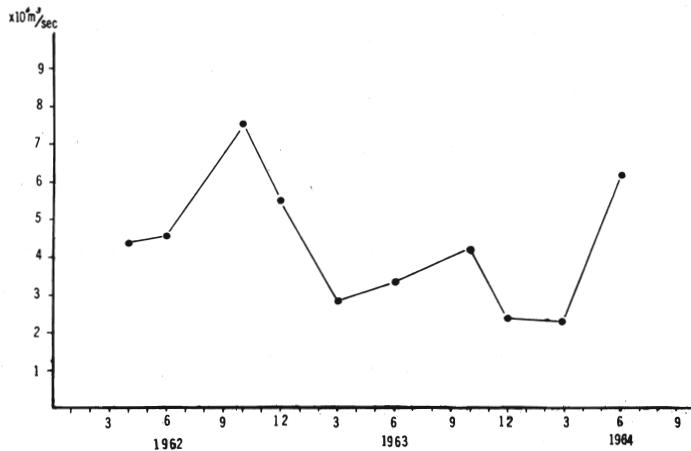
$$V = \frac{C_m (\Delta D_A - \Delta D_B)(n)}{L}$$

となる。ここでΔDは輸送水量を求めた際のダイナミック・メーターのアノマリーを、LはA・B、2点間の距離を、C_mは流速常数を示しており、C_mについては海洋観測常用表にしたがつた。

Ⅲ. 東・北向輸送水量の季節変化

1. 浜田北方130 哩海域

対馬海峡の東西両水道を通過した対馬暖流の総流入量のうち、西水道から朝鮮東岸を北上するものを除けば、大部分浜田沖北方130 哩の範囲内を東向すると考えることができる。第2図は、この海域における東向輸送水量の季節変化を示している。この報告で取扱つた期間内の輸送水量は、 $2.2 \sim 7.5 \times 10^6 m^3/sec$ の範囲内を変動している。



第2図 浜田北方130 哩内海域における東向輸送水量の季節変化

この図によると、輸送水量は、1962年および1963年とも、3月から増加傾向を示し、10月に年間の極大に達し、11月から再び減少している。こうした季節変化は、宮崎(1952)が示した川尻岬～蔚山間の流量計算結果のそれとよく類似しており、日本海における水温の一般的な季節変化ともほぼ対応している。

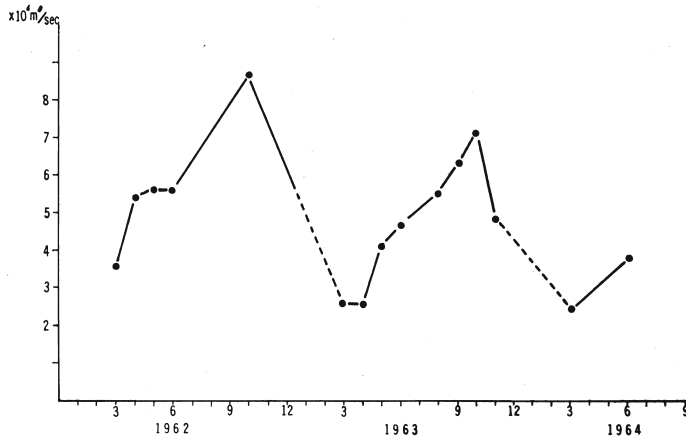
年間の極大値を示す10月の輸送水量は、1962年が $7.5 \times 10^6 m^3/sec^*$ 、1963年が 4.2 であり前年の56%にすぎない。また、4月から10月までの間の輸送水量の増加をみると、1962年が $+3.1$

* ここよりのちの輸送水量の絶対値を斜体数字のみで示し、 $10^6 m^3/sec$ という単位を省略してある。

であるのに、1963年には+1.4で前年の約1/2弱にすぎない。ちなみに、1964年の3月から6月までの増加は+3.9であつて、いちぢるしく大きな値を示している。

2. 鱸作埼西方50湊海域

第3図は、この海域における北向輸送水量の季節変化を示している。その変動範囲は2.4~8.6であり、浜田沖の場合よりもいくぶん大きい。輸送水量の極小は3カ年とも3月にあり、その極大は10月に認められる。このような変化傾向は、泰(1962)が、1947~1961年間の北部日本海における輸送水量について検討した結果とやや一致している。



第3図 鱸作埼西方50湊内海域における北向輸送水量の季節変化

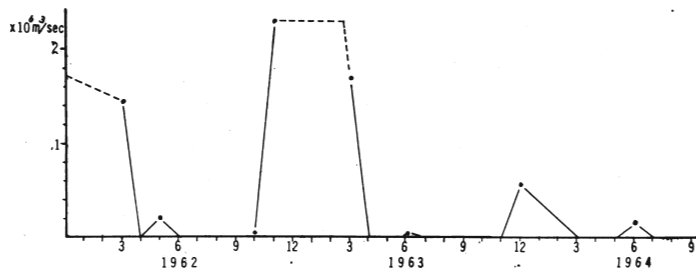
輸送水量の年次変化をみると、1962年よりも1963年の方が減少しているが、その程度は浜田沖の場合ほど顕著ではない。また6月のみ輸送水量について比較してみると、1962年が5.6、1963年が4.7、1964年が3.8であり、1964年が最も少なくなつており、浜田沖の場合とは異なつた変動傾向を示している点が注目される。

この海域における北向流の輸送水量は、全般的に浜田沖海域における東向流のそれよりも大きい。その理由は、この海域において北向流が収斂していることを反映している。したがつて浜田沖合においては距岸130湊の範囲内においても、なお対馬海流の沖合分枝を全部把握していないと考えられ、対馬暖流の輸送水量計算には不適當な点のあることが示唆されている。この点については、今後さらに検討を加えたい。

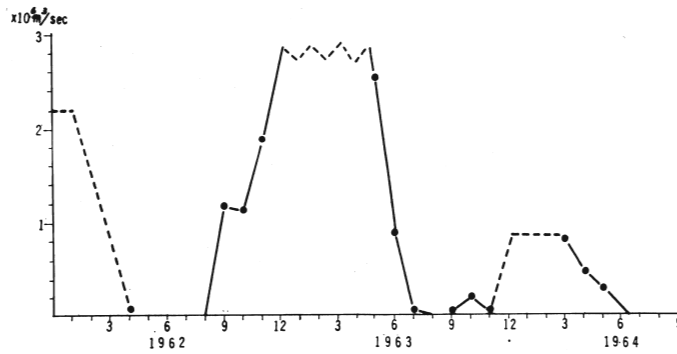
IV. 南向輸送水量の季節変化

鱸作埼西方50湊定線および加茂北西方80湊定線において、北向流と反対方向に流れるものを南向流とし、その輸送水量の変化を第4図および第5図に示した。鱸作埼西方における南向流は、北向流の減少しはじめる11月から翌年の3月まで出現し、その後一時消滅する。しかし、5~6月は再び小規模な南向流が認められている。

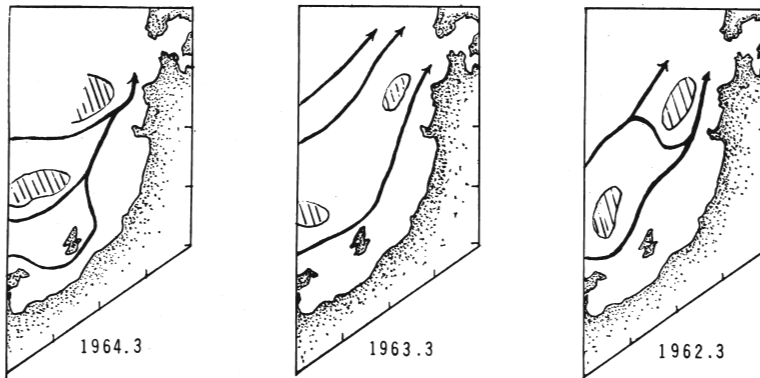
南向流が現われている3月の海況を模式的に示すと、第6図のとおりである。これらの海況と南向輸送水量とを対応させてみると、北向流路が収斂し、その北側に冷水域が存在している1964年の場合に、南向輸送水量が少ないのに対して、北向流路が鱸作埼沖で収斂せず、各北向流路間に弱い冷水域が比較的南偏して存在する1962、1963年の場合には、南向輸送水量が多い。



第4図 鰹作埼西方50哩内海域における南向輸送水量の季節変化



第5図 加茂北西方80哩内海域における南向輸送水量の季節変化



第6図 1962~64年の3月における海況模式図

すなわち、1962年および1963年の2.3に対して、1964年は僅かに0.5で、前2年の約 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{5}$ となつている。

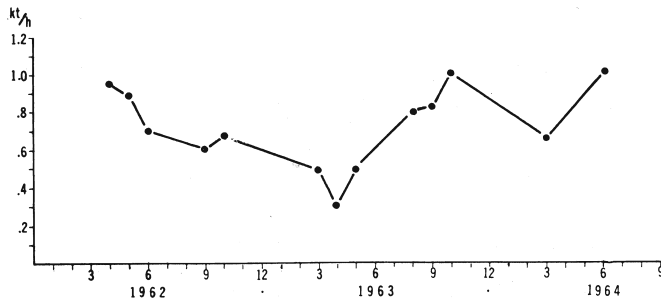
V. 流速の季節変化

鰹作埼西方50哩定線海域における平均流速の季節変化を第7図に示した。各年の平均流速は1962年3~10月が0.6~0.95 kt/h, 1963年3~10月が0.56~0.85 kt/h, 1964年3~6月が0.78

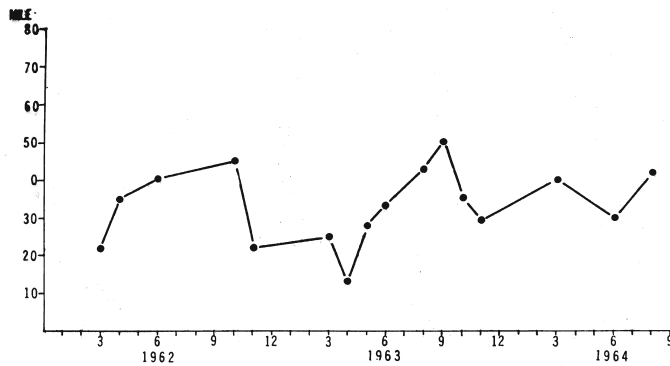
～1.00 kt/h であつて、1963が最も小さい。

全体の傾向として、1962年4月から次第に流速が低下し、1963年4月に低極に達し、その後は上昇傾向をたどっている。一般に流速は、春から秋にかけて上昇し、秋から冬を低下するという季節変化をたどるのであるが、1962年には、この一般的な季節変化とはまったく逆に、春から秋にかけて流速が低下するという特異な現象が起り、そのまま1963年4月の低極に達している。このような特異現象は、1963年のとくにその前半における輸送水量の減少と直接的に関係しているのであろう。

つぎに、この海域に常時存在する冷水域（左旋回流）の接岸状態と平均流速との関係を検討した。100 m層水温5°Cを冷水域と規定し、その外縁までの距岸埋数の季節変化を示したのが第8図である。冷水域の接岸度合いが大きな場合に平均流速が大きくなるということを想定して検討したのであるが、第7図と第8図を対比すると、両者の関係は必ずしも明瞭ではない。



第7図 鱈作埼西方50埋内海域における平均流速の季節変化



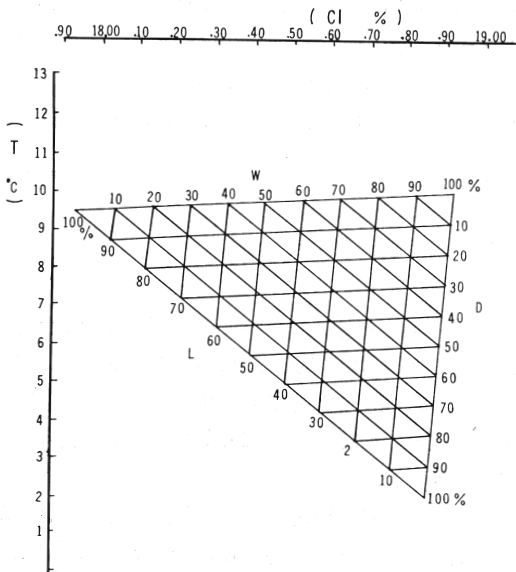
第8図 鱈作埼西方海域における冷水域外縁接岸距離の季節変化

VI. 暖流流中の季節変化

鱈作埼西方海域における北向流の流中、すなわち暖流流中を決定するために、次に例示する方法（OKUDA, 1962）をとつた。

〔1962年4月の場合〕

この海域の輸送水量を求める際に使用した海洋観測資料から、T-C1 ダイアグラムを作ると次の3水塊に分離できる。



第9図 沿岸水・暖流水・底層水の混合率を算定するに用いた三角図 (1964年4月の例示)

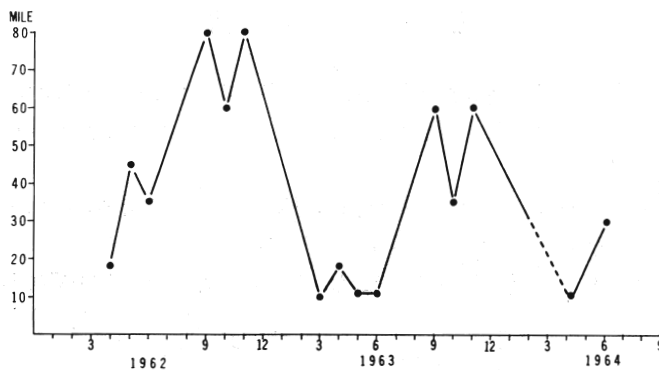
	水塊中心 温 度	水塊中心 塩 素 量
沿 岸 水 (L)	9.5°C	17.95‰
暖流中層水 (W)	9.8	18.93
底 層 水 (D)	2.0	18.85

これらの各水塊の中心温度—塩素量を示す3点を結ぶと第9図に示す三角図が得られる。各海洋観測点の0~300m層までの平均水温および平均塩素量を第9図の上にプロットして得られた各水塊の混合比率は第1表に示すとおりである。この表の最右列には、各観測点のQの計算値を示しておいたが、暖流水混合率とQの値とは比例関係にあるので、暖流水混合率78% (=Q, 85m³/sec²) 以上を暖流域とみなすことにした。

このようにして求めた各月の暖流流巾の季節の変化は第10図に示すとおりである。この図によると暖流流巾は10~80哩の範囲内を変動しているが、その季節変

第1表 1964年3月 鱸作埼西方沖合における各水塊の混合率

距岸距離	0 ~ 300 m 平均		混 合 率			0~300 m層までのQ m ³ /sec ²
	水 温	塩 素 量	沿岸水	暖流水	底層水	
5	°C	‰	%	%	%	
5	8.87	18.84	6	82	12	88
15	8.62	18.85	4	78	18	85
25	7.25	18.90	0	66	34	70
35	6.12	18.88	0	52	48	62
45	4.76	18.87	0	34	66	54



第10図 鱸作埼西方海域における暖流中の季節変化

化をみると、春から秋にかけて増大し、秋から冬にかけて減少している。また、年次変化を検討すると、1962年および1964年には春季の増巾傾向が類似して認められるのに対して、1963年の場合には3～6月の間ほとんど増巾が認められず、前後両年といちぢるしく異なっている。この点からも1963年の春季には、対馬暖流の輸送水量は例年に比較して、相当減量していたものと考えられる。

Ⅶ. む す び

この報告では対馬暖流の輸送水量を中心に平均流速および流巾についても検討を加えたが、これらの数値の年次変化のなかで、特に注目すべき点は1962年の後半から1963年の前半にかけてみられた特異な傾向である。すなわち、輸送水量、平均流速などにおいて、1963年は1962年よりも全般的に低い水準にあり、1964年の前半までと比較しても、やはり低い傾向が明らかである。この傾向はとくに1963年の前半に顕著であつた。

周知のとおり、1963年は日本列島周辺の広い海域において、異常冷水の発達が大きな問題になつた年である。これまで明らかにしてきたように、1962—63年の冬を中心にした日本海においても、対馬暖流の輸送水量および平均流速の減少が認められており、当然に日本海の水溫低下をもたらしたものと考えられる。事実、日本海海況概報（日水研、1963）によれば、1963年の日本海とくにその西南部において、例年よりも極端に低い水溫を示す冷水域の発達をみている。

もともと、対馬暖流は日本海の主要な熱源であるだけに、その輸送水量の増減は、日本海の熱経済の上に直接的に作用し、北向流の流速や流路や流巾を変化させ、やや間接的には冷水域の生成消滅やその存在位置および南向流の勢力にも深く関連しており、総じて日本海海況の全体を大きく変化させているのである。

冬季を中心に発生する南向流の機構については、なお不明の点が多いのであるが、この南向流は、山形県沖を経て佐渡周辺におよび、その周辺における魚群の分布密度や回遊径路を左右し、ひいては冬季を中心とする季節内の漁場形成に大きく関与しているものと考えられる。したがつて、南向流の機構を解明することは、海況および漁況予測の立場からも重要であり、今後の研究課題としてとりあげられなければならない問題と考えられる。

Ⅷ. 要 約

1962年4月～1964年6月間の海洋観測資料にもとづいて、この期間内における激しい海況変動の直接的な原因と考えられる対馬暖流の輸送水量、平均流速および南向流などについて検討を加え、次の知見を得た。

- 1) 日本海における対馬暖流の東・北向輸送水量は、春～秋に増加し、秋～冬に減少しており、水溫の一般的な季節変化と近似した変動を示している。
- 2) 南向流は、北向輸送水量が減少する11月から翌年3月までの冬季間に発達する。
- 3) 1963年の東・北向輸送水量は、その前後の年に比較して、相当低い水準にあつた。この減少は1963年前半の日本海西部海域において特にいちぢるしかつた。
- 4) 鰐作埼西方海域における平均流速は、1962年春から異常冷水の最も発達した1963年春ま

で減少しつづけ、春から秋にかけて流速が増大するという例年の季節変化とは全く異つた現象が認められた。

終りに、この報告に対して御指導を賜つた当水研開発部長藪田洋一博士および前同部長山中一郎博士はじめ研究者の方々に対し厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 奈 克己 (1962). 北部日本海における輸送水量からみた海況変動. 日本海洋学会創立20周年記念論文集, : 168-179.
- 舞鶴海洋气象台 (1964). 日本海海洋観測速報. 舞海気速報, (150), 別刷.
- 宮崎 道夫 (1952). 日本海の熱経済. 北水研報告, (4): 1-45.
- 日本海区水産研究所 (1963). 日本海海況概報, (140) ~ (150).
- 日本海洋学会 (1955). 海洋観測指針. 252pp.
- OKUDA, T. (1962). Physical and chemical oceanography over continental shelf between Cabo Frio and Vitoria (Central Brazil). *Jour. Oceanog. Soc. Jap.* 20th Anniversary Vol., : 514-540.