

中國近海的海流與水溫分佈 朱祖佑

一、表面水溫對於大氣的影響

海洋對於大氣的影響，以熱量交換為主。海水的比熱約為 0.941 卡，空氣的比熱約為 0.240 卡，二者相差約為四倍。但以熱量交換而論。雙方為面的接觸，應以單位體積的熱容量作為比較。設海水的密度以 1.026 計，海面空氣的密度以 0.00125 計，則一單位體積海水的熱容量約為 0.965 卡，空氣僅 0.0003 卡，二者相差約三千二百倍。因此表面水溫的變化，對於大氣的影響至為鉅大。海水與空氣交換熱量的方法，由於直接傳導與輻射的很少，由於蒸發或凝結的為最多。海水的蒸發潛熱每克約為 596 卡，所以氣流經過溫暖的海面時，不但吸收許多水汽，並且獲得大量潛熱。經過寒冷的海面時，發生冷卻與凝結作用，同時也損失潛熱。

表面水溫對於大氣影響的程度，Sverdrup 曾舉一例加以說明：1935年12月21日下午1時，有一離美國西海岸400哩的船舶，在北緯 37°7'，所作的氣象觀測，風向為 NNE，風力 7 級，雲量 10，氣溫 5°C，表面水溫 19°C，相對濕度 80%，由此計算每干克空氣所含的水汽為 4.5 克。但這氣流於十二小時前吹離海岸時，氣溫為 -1.7°C，每干克空氣的水汽含量祇有 1.7 克，在這極短的時間與極近的距離內，使氣溫增高 6.7°C，水汽增多 2.8 克，對流的範圍高達一萬三千呎，因此本來是一寒冷乾燥的大陸氣團，一經溫暖的洋面，即增加溫度與水汽而發生強烈的對流作用。

在中國沿海，氣象觀測與海洋觀測均感缺少，無法獲得同時的資料，來說明氣流經過海面時變性的程度，因此祇能自氣團的徑路與不同氣團的平均性質，來考察海洋對於大氣的一般影響。我國冬季，大陸高氣壓佔優勢，極地大陸氣團籠罩全境，但在華南一帶，常有經臨近海面迴歸的變性氣團，較之經由陸地南下的變性氣團，溫濕已增加甚多。但我國海岸綿長，冬季沿海的水溫，南北相差很大，因此同為海洋變性的極地大陸氣團，又有暖海變性與冷海變性之分。沈傳節君（註一）曾將臺灣地區冬季所發現的極地大陸氣團，分為大陸變性，冷海變性與暖海變性三種，性質各不相同，溫度與濕度相差甚遠，今列表如下以供參考。

大陸變性 NPs (冬季)						冷海變性 NPs (冬季)						暖海變性 NPs (冬季)								
高度 m	觀測 次數	溫度 C°	相對濕 度 %	混合比 g/kg	位溫 A	相當位 溫 A	高度 m	觀測 次數	溫度 C°	相對濕 度 %	混合比 g/kg	位溫 A	相當位 溫 A	高度 m	觀測 次數	溫度 C°	相對濕 度 %	混合比 g/kg	位溫 A	相當位 溫 A
地面	10	11.3	57	5.3	282	296	地面	38	14.5	85	8.4	286	309	地面	54	18.2	82	10.9	290	319
500	10	7.4	65	4.4	283	295	500	37	12.5	86	7.1	282	307	500	54	16.0	81	7.6	292	318
1000	10	3.4	70	3.8	284	294	1000	37	9.6	84	6.3	284	307	1000	52	13.5	80	8.4	295	319
2000	6	1.5	70	3.6	294	303	2000	26	6.5	80	6.1	297	312	2000	47	11.7	77	7.2	302	322
							3000	7	1.1	65	6.4	302	314	3000	15	5.6	73	5.8	308	322

在中國沿海海霧發生的情形，與水溫的變化也有密切的關係。春夏之交，中國沿海的水溫尚未顯著升高，但自南方海面吹來的氣流濕度甚大，溫度甚高，與此種冷水面接觸時，因冷卻凝結而發生海霧。各地多霧的月份並不一致，與水溫的變化及夏季風的北進頗相符合，南海沿岸約在三四月間，東海約在四五月間，黃海與渤海約在五至七月間。

青島自四月開始，海霧漸多，而以六七月為最盛，稱為霧季，有時濃霧瀰漫，咫尺莫辨，常連續四五日不見消散。此種海霧發生時，水溫必低於氣溫，如下表所列，青島每月氣溫與水溫的比較，即可明瞭。自四月開始水溫低於氣溫與海霧的開始相符合，八月以後，水溫高於氣溫，海霧亦完全絕跡。

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
氣溫	-1.2	0.0	4.4	10.2	15.7	20.0	23.7	25.1	21.4	16.0	8.6	1.6
水溫	3.0	2.1	4.6	8.8	14.0	19.1	23.1	26.1	24.4	19.2	13.4	6.3
較差	-4.2	-2.1	-0.3	1.4	1.7	0.9	0.6	-1.0	-3.0	-3.2	-4.8	-4.7

根據統計，青島發生海霧之頻率最大的，風向為 ESE—S，風力 2—4 級，氣溫水溫差為 1°C。此因東南風

多為暖濕氣流，與沿海冷水面接觸而發生海霧。至於青島水溫的變化，與山東沿岸流的情形有很大的關係。渤海沿岸的結冰期，大致在每年十二月至次年三月，融冰期在三月下旬，低溫的水逐漸流出，一支向朝鮮半島迴流，一支沿山東半島南下，約於一二月後可至山東半島南岸，此時青島氣溫已大為增高，水溫乃開始低於氣溫，適與霧季相符合，由此可見青島海霧的發生，與渤海沿岸春季的水溫實有密切的關係。楊開森君（註二）曾將青島霧日數，與烟臺春季（2—5月）水溫作一相關的研究，其相關係數為負 0.7—0.9。因此若能知渤海沿岸春季的水溫，以及山東沿岸海流的情形，則對於青島霧季的開始與霧日的多寡，有長期預報的可能。

由上述二例，可見中國沿海水溫的分佈，對於天氣與氣候均有莫大的影響，而水溫的變化又與海流有密切的關係，如能經常明瞭沿海水溫與海流的分佈狀況，對於氣象工作當大有裨益。

二、中國沿海水溫分佈的一般狀況

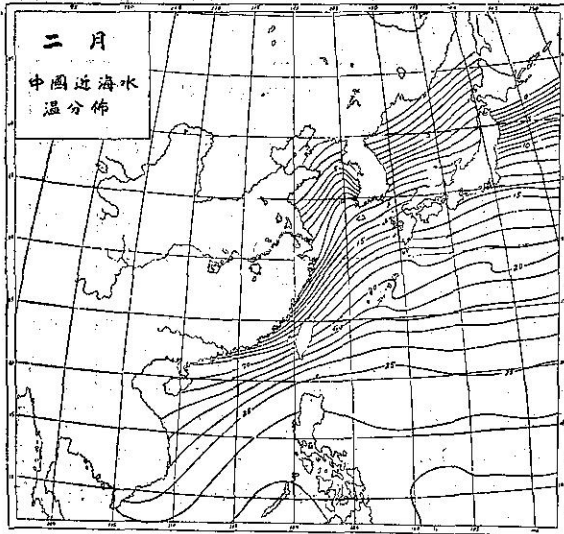
影響中國沿海水溫分佈的原因，主要由於海流的作用，其中以黑潮與中國沿岸流為最重要，黑潮為北赤道流在菲列濱東北海面向北轉向而成。其主流沿臺灣東岸北上，進入東海，然後轉向東北，沿琉球群島北面，流至日本沿海。進入東海的黑潮，有一支繼續北上而入黃海，另一支則經對馬海峽而入日本海。黑潮的支流，在臺灣的東南外海向西進行，經巴士海峽而入中國南海，並有一部份沿臺灣西岸北上，出臺灣海峽而與黑潮的主流相會合。黑潮發源於北太平洋熱帶區域，原來溫度約在 27° — 28°C ，流至高緯度時與沿岸水相混合，影響水溫的分佈。

中國沿岸流來源於沿海河流的排水，水溫受河水溫度的影響。冬春之交，在渤海及黃海北部沿岸，尚有融冰水流出，水溫甚低。夏季則大陸炎熱，河水溫度甚高，並在漲水期水量豐富，因此影響沿海的水溫。

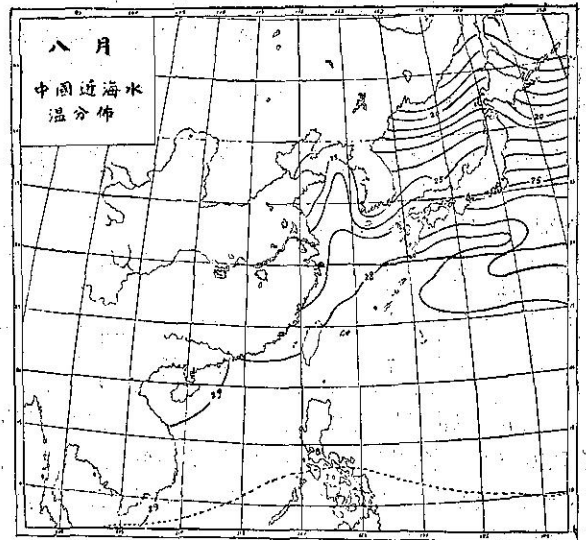
除海流外，氣象狀況亦能影響水溫的分佈。如夏季多雨及沿岸淺海因強烈日射而吸熱，以及冬季自大陸吹向外的寒冷氣流等，均能使沿海水溫發生季節變化。至於每日潮流的漲落，亦能使沿海及港灣內的水溫蒙受影響。

考察中國沿海冬夏水溫的分佈狀況，如第一、二圖所示：

第一圖



第二圖



二月 等溫線均自西南斜向東北，表示沿海水溫均較外海為低，其中尤以東海的較差為最大。此因冬季東北季風盛行，中國沿岸流水溫甚低，可經臺灣海峽而入南海，但在臺灣東北，則有黑潮經過，水溫甚高。在黃海中等溫線較為平緩，惟中部有向北彎曲之勢，亦係受暖流的影響。以全部地區等溫線分佈的狀況而言，南部較疎北部較密。最高為 27°C ，位於菲列濱附近，最低為 0°C ，在渤海中部。此時渤海沿岸的水溫尚可低於 0°C （以鹽度為 31‰ 而言，結冰點為 -1.7°C ），可見南北表面水溫之差，可達 28°C 。

八月 夏季水溫全部升高，但南北的差別甚小，等溫線分佈較疏。自香港經臺灣至琉球群島，以及太平洋在北緯 25° 以北的區域，表面水溫均在 28° — 29°C 之間，惟海南島附近及東京灣，因沿岸水深極淺，吸收強烈日射而增熱，表面水溫在 29°C 以上。北面最低水溫，渤海約為 25°C ，日本海約為 16°C ，因此南北溫度之差僅 13°C 。

左右。至於等溫線分佈的形狀，仍受海流的影響，中國沿岸流的水溫，較冬季雖增高甚多，但較黑潮略低。因此在東海內，沿岸水溫仍較外海為低，等溫線亦自西南斜向東北。不過夏季西南季風強盛，中國沿岸流的影響，僅及於華北與華中沿海，至臺灣海峽而止。茲將太平洋及各邊海一月及八月的溫度分佈，列表如下。

北 緯	北 太 平 洋			沿 岸 各 海			海 名
	一月	八月	較差	一月	八月	較差	
45°	3.8	11.8	8.0	-1.3	18.4	19.7	日 本 海
40°	5.5	16.1	10.6	1.7	20.5	18.8	日 本 海
35°	12.2	20.9	8.7	1.5	24.9	23.4	渤 海
30°	15.5	23.1	7.6	9.8	26.4	16.6	黃 海
25°	18.4	24.1	5.7	16.2	28.0	11.8	東 海
20°	22.0	24.9	2.9	18.1	27.8	9.7	南 海
15°	24.9	27.7	2.8	23.8	28.6	5.0	南 海
10°	26.4	28.7	2.3	25.9	28.0	2.4	南 海
5°	26.8	27.9	1.1	26.1	28.3	2.1	南 海
0°	26.6	27.7	1.1	27.0	28.3	1.3	南 海

由此可見在太平洋區域，冬夏水溫的較差甚小。最大在北緯 40°，亦僅 10.6°C。在同緯度的邊海，較差均較大洋為高，若以緯度而言，則緯度愈低較差愈小。渤海因包圍於大陸之內，外海的海流不易進入。且水深極淺，更易受氣候的影響。夏季因日射而增溫，冬季因表面散熱而冷卻，故較差最大，達 23.4°C。低緯度熱帶海洋，年較差僅 1.3°C，廣東沿海在 10°C 以下。

三、東海水溫的分佈與海流狀況

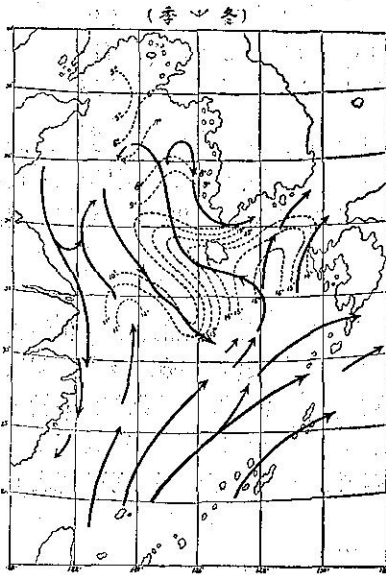
關於中國沿海的海洋觀測，資料極少。所有關於海洋的情狀，大都根據航行船舶的報告，但船舶的位置隨時移動，每日觀測最多不過四次，所以觀測點距離很遠，分佈也不規則，若無長期間的紀錄，很難明瞭同一地點年變化的情形。民國二十年四月開始，長崎測候所與日本郵船會社合作，在上海長崎間定期航行的船上，於每月中旬的往返航程中，從事觀測溫度與鹽度等。往返時間約需四日，每小時觀測一次，必要時每隔二十分鐘觀測一次，安井善一（註三）曾統計自東經 122°（上海附近）至 129°（長崎外海），每一經度的月平均溫度，列表如下，可見全線表面水溫年變化的情形。

各經度平均水溫表 (°C)

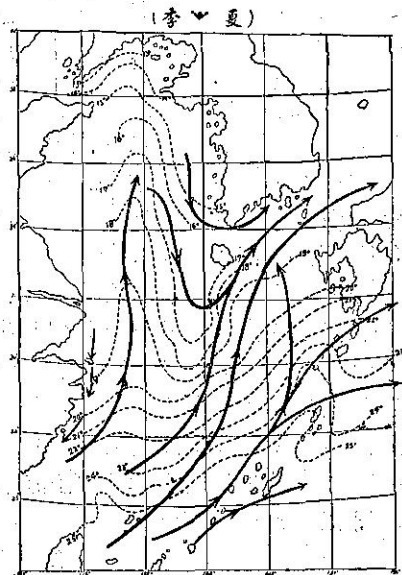
東 經	129°	128°	127°	126°	125°	124°	123°	122°
民國二十年								
四 月	15.8	17.2	17.7	13.1	10.3	11.2	12.2	12.9
五 月	18.0	19.6	17.9	14.6	14.6	15.6	16.6	17.8
六 月	21.0	21.5	20.1	19.2	19.3	21.0	21.7	21.9
七 月	23.3	25.3	24.5	23.2	23.3	25.3	25.3	24.4
八 月	27.5	27.5	26.9	27.0	28.3	28.6	28.1	29.6
九 月	25.3	25.3	24.3	23.6	23.6	24.4	23.8	24.4
十 月	22.6	24.5	22.6	21.9	21.6	22.2	21.1	20.9
十一 月	21.9	21.8	21.2	19.5	19.2	19.1	19.8	15.9
十二 月	18.4	18.9	19.3	17.4	14.7	14.5	15.4	8.1
民國二十一年								
一 月	16.3	16.8	16.8	14.6	11.2	11.5	10.3	6.1
二 月	15.3	15.8	14.9	12.5	7.9	8.6	9.3	7.0
三 月	15.2	15.5	14.1	9.5	8.5	10.0	9.8	10.0
平 均	20.1	21.5	20.5	18.5	17.7	17.7	17.6	16.5

由於水溫的變化，可見中國東海水系的分佈，夏季渤海沿岸水溫度特高，使全線水溫大致相同，難於明瞭水流的系統。不過從鹽度的差異仍可加以區別。冬季西部水溫急降，東部則仍為黑潮水系，保持高溫。於是可見不同水系的存在，約自東經 129° — 127° 為黑潮水系， 126° — 123° 為黃海沿岸水系， 122° 以西為長江水系。

在一年中鹽度變化最小的地點，即可認為各水系的中心位置，並規定各水系的鹽度範圍以明瞭其分佈情形。設以 33.25‰ 以上的為黑潮的鹽度， 33.24 — 30.00‰ 為黃海沿岸水的鹽度， 18.62‰ 以下的為長江水的鹽度，則可見冬季黑潮水系擴展至東經 125° 。黃海水系位於 125° — 123° 之間。夏季黑潮水系偏於日本方面，黃海水系則向東方延伸。九月左右黑潮水逐漸向西方擴展，有一分支沿中國海岸北上，出於東經 124° — 123° 之間，因此黃海水在中央部及西方由於多鹽水的隔離分成二部。長江水在一年間似均在東經 122° 附近，惟在十二月至一月略向西偏，東經 122° 為黃海水所佔。安井善一根據東海與黃海冬夏兩季水溫的分佈，設想海流的分佈，如第三、四圖所示。



第三圖 東海黃海冬季水溫及海流分佈圖



第四圖 東海黃海夏季水溫及海流分佈圖

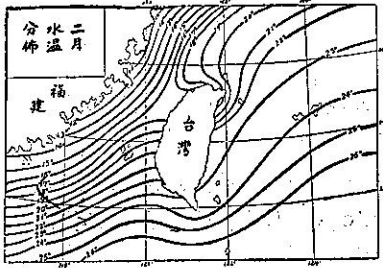
四、臺灣近海水溫的分佈

臺灣的海洋調查，自第二次大戰開始時即已中輟，作者（註四）僅能覓得戰前的紀錄，經整理分析後，對於臺灣週圍各海洋表面水溫的分佈與季節變化，亦可得一概念，臺灣近海水溫的分佈，受黑潮暖流及中國沿岸流的影響極大。在冬季中國沿岸流的水溫較黑潮甚低，自福建沿海推向東南，等溫線分佈甚密。在夏季中國沿岸流的水溫幾與黑潮相等，水溫分佈至為簡單，在臺灣週圍的等溫線，僅有寥寥數條而已。茲將臺灣近海二、五、八、十一各月的等溫線圖列之如下，並加以說明：

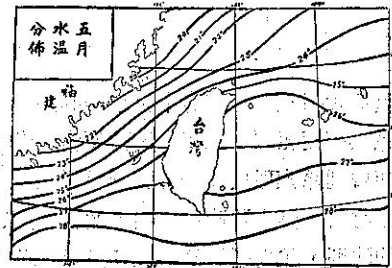
二月 福建北部沿海水溫低降至 11°C ，自此推向東南，水溫逐漸增高，至本島東南外海，達於最高的 26°C 。在臺灣海峽的南部入口，接近本島西岸，等溫線向北彎曲，由此可見暖水進入海峽。在海峽的北部入口，等溫線向西彎曲，亦可見暖流的影響，惟在本島北部沿海，尚有溫度較低的水流出。

五月 中國沿岸流的水溫升高，福建沿海的最低水溫為 20°C ，自海岸以外，向東南逐漸增加以達 28°C 的最高水溫，在臺灣海峽中，等溫線與中國海岸平行，但至臺灣本島的東南外海，等溫線漸與緯度平行，自此種水

溫分佈情形觀之，沿本島西岸尚有暖水自海峽的南口流入，但在海峽的北口，中國沿岸流的勢力較強，暖流的影響似稍偏東。



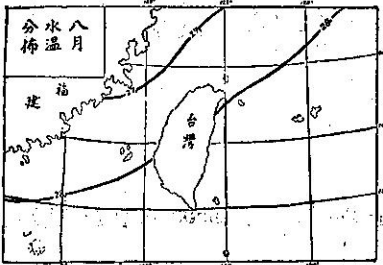
第五圖 二月臺灣近海水溫分佈



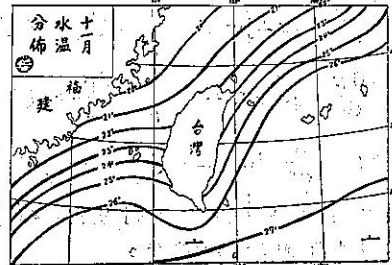
第六圖 五月臺灣近海水溫分佈

八月 表面水溫分佈比較簡單，僅有等溫線兩條， 27°C 等溫線位於福建北部沿海， 28°C 等溫線則將臺灣本島分割為二，等溫線的方向均係自西南延向東北，在此季節中國沿岸流與黑潮的水溫均達於最高，但前者來自高緯度，故較來自低緯度的黑潮略低。

十一月 福建沿岸表面水溫低降至 20°C ，自大陸沿海向東南增高， 26°C 的等溫線甚為接近本島東南海岸，而與 27°C 的等溫線距離甚遠。自此種分佈情形觀之，可認為黑潮主流的表面水溫當在 27°C 左右，而在臺灣海峽及中國東海，則與中國沿海的冷水相混合。



第七圖 八月臺灣近海水溫分佈



第八圖 十一月臺灣近海水溫分佈

五、結 語

綜上所述，已可略見中國沿海水溫與海流分佈的概況，以及對於氣象的影響，但吾國對於海洋觀測尚未注意，大部分資料均採自日人的紀錄，實屬遺憾。事實上水溫的變化比較緩慢，經常觀測如不可能，則每月舉行定期觀測二次，亦可明瞭水溫變化的概況。至於使航行的船舶協助辦理海洋氣象觀測，更希望早日能夠實現。

註一 沈傳節：臺灣之氣團，氣象通訊第四卷第七、八、九期。

二 楊開森：青島之霧，青島觀象臺五十週年紀念刊。

三 安井善一：關於上海長崎間水溫鹽度之年變化，海洋時報第四卷。

四 朱祖佑：臺灣近海之水溫與鹽度，中國水產第十四期。