

民國五年三月十六日至十七日極面 之移動與長江中下流之大霧

盧 鋈

A. Lu: The Movement of the Fronts in E. Asia on March 16-17, 1936.

At 2pm 16th of March, the cold Ps (Polar Siberian) air mass was on the way to invade China Proper. The discontinuity as seen by wind direction along the cold front, extended from Inner Mongolia to North China. The warm front trended SW-ward at a distance of about 200km, west of Nanking. The temperature in the warm sector ranged from 15° C. to 20° C., while that to the east of the front was mostly five to ten degrees lower. As shown by the sounding balloon observation taken at Pei-Chi-Ko in the afternoon of the 16th, the frontal inversion was 3,330m. in height over Nanking, which was nearly the height of A-St. observed by the pilot balloon simultaneously. The layers, from the surface to 2,22km and from 3,05km. to 3,33km. were in conditional instability. But that from 2,22km. to 3,05km. was absolutely stable. The moist and cool Pp (Polar Pacific) air mass below the frontal inversion seems to be NPs (transformed Polar Siberian), which returned from the relatively warm ocean as a SW-ly or SE-ly current. Above this inversion, the tropical air mass was in a state of absolute stability which was probably due to the modification during its N-ward journey. This may explain why no precipitation was received in the regions to north of the Yangtze during the passage of the frontal systems.

On the next morning, the Ps air mass already spread over the whole North China, strong N-ly winds with heavy duststorm prevailed. In most places, the temperature fell below or near to 0° C. and the pressure rose 12mm, or even more. The well marked cold front went SE-ward along Wei-Ho and Middle Hwang-Ho then turned NE, and ran along the trough of the V-shaped depression centered in N. Korea. The warm front over E. Sea extended to Korea and tended to move NE-ward, but its movement was much slower than that of the cold front. The rotation

of the frontal systems was very obvious. In the warm sector on the land, the fog or the drizzle spread over widely. The condition was the worst in The Lower Yangtze. In most places the visible distance was limited to 100m only, and the visibility at Chin-kiang even decreased to zero. This extensive tropical air mass fog was the result of the high absolute humidity, the stability of the air mass, the clearness of the sky in the night, and the small pressure gradient. The adiabatic cooling due to the falling of the pressure was not significant as observed from the barometric curve of Nanking.

It was not until noon that the cold front arrived in The Yangtze Valley. The retardation of its W. section was because of the mountainous topography of W. China, especially The Tibet Plateau and The Tsingling Ranges. Hereafter the cold front moved SE-ward and eventually the Ps air mass overwhelmed all China.

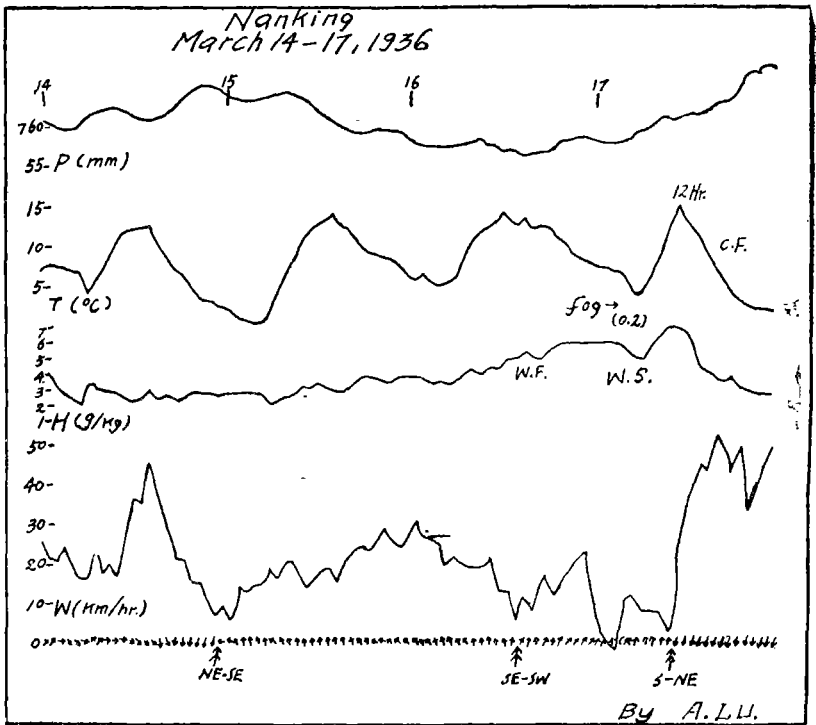
天氣分析，爲近年來氣象學上最大之收穫，氣團之分佈，與極面之移動既明，則短期預告，自較昔日僅憑經驗之法則爲準確。惟地面觀測常以種種影響而不得明其真相。是故高空測候，因以日見發達。天氣之預測，乃由地面之觀察，進而爲三度之分析。我國測候事業，尙在草創時期。測候所可用者數不滿百，高空紀錄，尤感缺乏。南京北極閣氣象研究所年來雖在北平及南京舉行風箏及飛機測候，惟高度不高，而施放又多在天氣晴朗之日。當天氣變化劇烈之時，欲求一完善之紀錄，以供研究，亦每不可得。本年三月十六日下午施放探空氣球(Sounding Balloon)，當日降落南通，卽爲鄉民所檢獲，結果極爲圓滿。而此時期，適有一低氣壓自華北向東進行，而西伯利亞高氣壓又有南下之勢。其形勢頗足代表初春天氣一般之情況。故將所得之材料，加以整理，草爲斯篇，謬誤遺漏，在所不免，然其大致尙可得而明也。

本文所用之天氣圖，係南京北極閣氣象研究所每日藉以預告之草圖。觀測時間以120°E.言，中國爲六時及十四時，日本爲五時及十一時，印度支那爲七時及十五時，先後稍見參差。天氣風向風力卽依遠

東規定之符號，填入測候所所在之位置。天氣符號上之英文簡寫為雲狀，下之簡寫代表過去天氣，溫度（未經海平訂正）則書于右側。Ps代表極地西伯利亞大陸氣團，Pp代表極地太平洋海洋氣團，T為熱帶氣團，其源地係大陸或係海洋，尙難肯定。TTT表示冷面，▲▲▲表示暖面，其齒形在線之右側或左側，即示極面移動之方向。

三月十六日十四時天氣圖（第一圖）上有二高氣壓，其一中心在蒙古，有向東南推進之勢；另一在日本，乃自長江流域移行入海者，長江以南，仍在其楔端範圍之內。低氣壓中心在山西境內。西伯利亞極地氣團（Ps）此時尙未侵入中國本部，惟包頭西北風力已達八級(B.S.)，沙陣大起，能見度減至500公尺，可見其前鋒已達此間一

南京民國二十五年三月十四日至十七日各種氣象要素之變化



帶。但稍南之榆林甯夏等地，風向雖轉東北或西北，然風力尙屬微和。冷面大致即經甯夏東北走，經榆林而至北平之北。暖面之位置遠不如冷面之易定。自溫度觀之，大致自灤河口南行縱貫山東半島折而西南經安徽湖南中部，止於廣西西部。暖面兩旁溫度之不連續尙稱顯明，如秦皇島 4°C，北平 15°C；青島 6°C，濰縣 18°C；蘄春 10°C，武昌 14°C，長沙 11°C常德 13°C，桂林 13°C，貴陽 18°C（原爲 12°C 加訂正數 6°C），龍州 16°C，河內 22°C。暖區內溫度平均在 15°—20°C 之間，天氣北部晴朗，南部則多陰曇。暖面之東，30°N 以南，均陰有雨；長江 下流陰，山東半島 晴。此蓋以此時尙去冬令不遠，暖流愈北行而愈見穩定故也。南京 此時適在暖面之東，相去約二百公里。其溫度及比較濕度自十五日起，即逐漸增高，氣壓則日見低降。風向多屬南及東南，此顯然爲登陸之海洋氣團。

南京 是日十五時五十四分施放探高氣球，最高達 17,714 公尺，但至 7,730 公尺，鐘即停滯。茲將結果列表如下，並計算各層之部份位置溫度 (θ_d)，乾濕空氣混合比 (W)，及相當位置溫度 (θ_E)，點入洛氏圖解 (Rossby Diagram)，以決定氣團之分佈及其性質。

南京民國二十五年三月十六日之高空紀錄

Sounding Balloon Observation.

Nanking Mar. 16, 1936

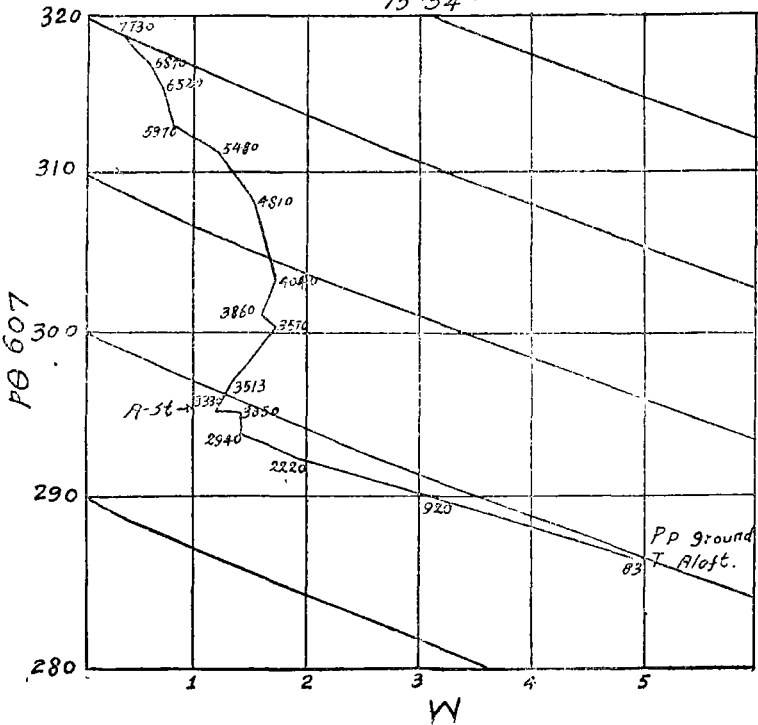
3:54pm.

Z(m)	P(mb)	T(°A)	H(%)	θ_d (°A)	w(g/kg)	θ_E (°A)	Dir.	Vel. (m/s)
83	1006.6	286.5	50	286.5	4.9	299.8	SSW	2.5
920	911.3	281.7	40	290.0	3.1	298.8	WSW	7.0
2220	774.4	271.5	44	292.4	1.9	297.9	W	3.0
2940	707.4	265.7	47	293.9	1.4	298.1	W	3.0
3050	696.6	265.7	47	294.9	1.4	299.1	WNW	3.7
3330	671.1	263.0	50	295.1	1.2	298.7	A-St(3230)	
3510	656.3	262.5	54	296.6	1.3	300.7		

3570	649.6	265.0	55	300.3	1.7	305.4
3860	626.6	263.0	60	301.1	1.6	306.0
4040	613.1	263.3	61	303.3	1.7	308.5
4810	555.1	260.0	68	308.1	1.5	312.8
5480	507.7	256.0	70	311.3	1.2	315.2
5970	473.7	251.9	66	312.9	0.8	315.8
6520	439.5	248.6	70	315.3	0.7	317.7
6870	417.7	247.0	66	317.5	0.6	319.7
7730	377.6	240.6	64	319.0	0.3	320.1

就洛氏圖解觀之，此時南京高空自地而至 2220 公尺， θ_d 向上增加，每百公尺約為 0.27°A ；而 W 則低減甚速，自 4.0g/kg 降至

Nanking Mar. 16, 1936
15^h54^m



1.9_{g/kg}；屬性曲綫下部至爲開展，其坡度介于等 θ_d 綫與等 θ_E 綫之間， θ_E 向上逐漸減小，實在對流性不穩定狀態中。2220—2940公尺， θ_d 增加1.5°A, W減小0.3_{g/kg} 屬性曲綫與等 θ_E 綫平行， θ_E 略見增加，2940—3050公尺，屬性曲綫與等 θ_d 綫成垂直。此二層均在絕對穩定狀態。3050—3330公尺， θ_d 無變化，W減小0.2_{g/kg}， θ_E 稍減，仍爲對流性不穩定。總之，自地面上至二公里，大致均爲對流性不穩定，二公里以上，則漸呈穩定狀態。其各高度之 θ_E 及曲綫之形式與緯度相近美國太平洋沿岸之聖的亞哥 (San Diego 32°47'N) 冬季 P_P 氣團者極相近似，當屬同類無疑。此蓋係變性極地大陸氣團 (NPs) 入海以後，隨高氣壓氣流之運行，經廣大之暖海面而復行登陸者。故其下層溫度及濕度已大有增進，然上部原氣團之性質，則仍保持不變。觀十六日十四時之天氣圖，可見此時，我國東部近海各地，以日本高氣壓之控制，多爲東南風或西南風，海洋氣流盛行，足證前言之不謬。南京高空自地面迄3200公尺，均爲西風或西南風，然此氣流並非來自熱帶之暖流，實爲自東南登陸之海洋氣流以受高氣壓坡度與形式之控制折而向右者也。

南京民國二十五年三月十六日之高空風向風速

Pilot Balloon Observation		
Nanking Mar. 16, 1936 3:54 Pm		
Height	Direction	Wind Velocity
Surface	SSW	2.5m/s
299	SW	9.4
497	SW	11.9
695	WSW	11.1
884	WSW	8.3
1070	WSW	6.0
1250	WSW	6.5

1430	WSW	6.9
1610	WSW	5.2
1790	WSW	4.0
1970	W	3.5
2150	W	2.6
2330	W	3.3
2510	W	3.9
2690	WSW	3.3
2870	WSW	2.5
3050	WNW	3.7
3230	NW	5.8
Into A-St		

3330 公尺以上，W反見增加，而 θ_d 增加亦速，此顯然為一暖面。其高度則約與當時之高層雲 (A-St) 相當。此暖氣團各層均極穩定，屬性曲綫坡度大於等 θ_E 線。 θ_E 一致增加，每百公尺為 $0.49^\circ A$ 。其所以如此之穩定者，蓋以時近冬令，氣團向北移動之故耳。暖面過南京時，約在十六日十八時，比較濕度升高 I_g/kg 有奇，風向自南東南轉西南，溫度以時已入夜，雖未見升高，然下降殊緩。南京十六日一日間雲之變幻，最足以代表暖面經過之情形。

南京民國二十五年三月十六日雲之觀測

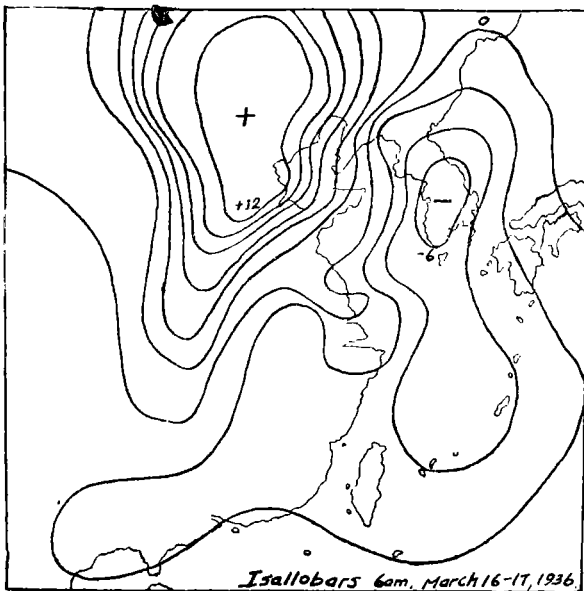
Nanking Mar. 16, 1936

時間 Time	高 雲 High Cloud	中 雲 Middle Cloud	低 雲 Low Cloud
6	Ci 1	0	0
7	Ci 10	0	0
8	Ci, Ci-St 10	0	0
9	(W 5) Ci, Ci-St 10	0	0

10	(W 6) A-Cu, A-St 10	0
11	A-Cu, A-St 10	0
12	(WSW 7) A-Cu 10	0
13	(WSW 5) A-Cu 10	0
14	A-Cu, A-St 10	0
15	A-St 10	0
16	A-St 10	0
7	A-Cu, A-St 10	0
18	A-St 10	0

十七日六時(第二圖)蒙古高氣壓已東南移。華北低氣壓迫而進至朝鮮北部，成一顯著V形低氣壓。日本高氣壓稍見退縮。此時黃河以北，氣壓上升甚劇，河北各地較之前日升高12mm有奇。溫度則均在攝氏零點以下，山東半島各地亦僅在1°C左右。寧夏、鄭州、開封、曲阜均有大風及黃沙，能見度多不及1000公尺，鄭州甚至咫尺莫辨，

民國二十五年三月十六日至十七日六時之等變壓線



室內工作，必須燃燈。可見是時華北已在 P_s 氣團控制之下。冷面大致自甯夏蘭州間東南走，過西安之北，鄭州之南，折而東北，環山東半島而抵朝鮮西北。颶線兩旁風向之不連續甚顯。其北均為強烈之北風，其南如蘭州西安徐州海州則多無風或為微和之西南風。溫度鄰近颶線之地，尚大致彷彿。稍遠其差異即甚大。徐州至平壤一段適分割V形低氣壓之後部，即普通所謂之風向轉變線也。沿冷面一帶，並無雨澤。暖面此時已移行入海。東海對海馬峽朝鮮北部均有雨雪。以日本報告，缺溫度一項，故于暖面位置之決定，僅能以降水區域為依據。暖區之內溫度大致在 5°C — 10°C 左右。風向多南東南或南西南，惟風力微弱，偶有不定之象耳。天氣概多陰曇，南部如長沙吉安南平等地尚有小陣雨，想係局部之影響。長江中下流及漢水流域濕霧甚濃。颶線過南京時，約在正午，風向自南急轉東北，風速自 4Km/hr 增至 53Km/hr 。溫度直瀉而下，至二十時，低降 12°C ，比較濕度降低 4g/kg ，並無雨澤。

十四時（第三圖）蒙古高氣壓益見南移。日本高氣壓更東退。低氣壓移至朝鮮東北之Broughton灣，中心滯深，較前更見發展。 P_s 氣團席捲長江以北之地。各處皆有強烈之西北或東北風，黃沙所及之區域較前尤廣。冷面大致經蘭州向東南走，過西安南鄭間越漢水下流杭州灣折東北縱貫朝鮮中部。此時颶線兩旁，以日光幅射之影響，溫度差異不顯，惟風力即相去甚遠。颶綫以北，風力多在六級以上，以南則均甚微和。風向之不連續，亦約略可見出。如南鄭與西安，宜昌與天門，衢州浦城之與長江下流。天氣方面，以北多屬陰霾，以南則多陰雨，且有濕霧。惟朝鮮之西北，極面附近雨雪殊盛。自此以後，冷面漸向南進， P_s 氣團幾佔有全國。

總上所述，可見冷面之移動乃自西北向東南，而暖面則自西南之東北，二者幾成一旋轉之運動。惟冷面之速率則勝過暖面。冷面西段所經之地均山嶺重疊，地勢崎嶇，其移動遠較東段為緩。秦嶺山地顯

然爲一極面消滅區域。冬季暖流北上，下部以受地面之影響，愈北愈見穩定，故長江以北各地，無論暖面或冷面經過，均罕有雨澤。

十七日晨長江中下流大霧，各地能見度多不及500公尺，下流一帶尤濃，南京，常熟，崑山，蕪湖能見度僅100公尺，錢江且至伸手不辨五指。南京晨時五時起霧，十時始消，七時北極閣且見有美麗之寶光焉。此次霧區，適在暖區之內，且鄰近冷面，以形勢而論，宜屬於極面霧類之冷面前霧，然南京當霧凝結之時期，氣壓並未見低降，如是則似非冷面前霧。蓋據美人Willet之定義冷面前霧亦名氣壓霧，乃因冷面前氣壓降低特劇，而生斷熱冷却之作用，於是發生凝結者也。此種霧既發生於熱帶氣團之內，苟非冷面前霧，當屬之熱帶氣團霧。熱帶氣團霧普通多帶有濛濛細雨，即所謂濕霧是也。南京霧中降水凡0.2耗。

此次霧之所由成，其原因約有數端：

1. 絕對濕度增大 當暖面過境入暖區時，南京之比較濕度增高約1g/kg有奇。濕度增大，冷却時自易飽和。十六日十八時絕對濕度爲6.2耗，其露點爲 4.0°C ，嗣後頓行增加。二十一時至次日四時，均在7.5耗左右，露點升至 7.0°C 。換言之，即以前須溫度降至 4.0°C 始可凝結者，今則達 7.0°C 即可成霧。南京十七日一時以後，溫度即行緩降，約在 $7-8^{\circ}\text{C}$ 之間，相對濕度約爲94%—98%，至五時突降至 5.8°C ，六時更降至 4.4°C ，相對濕度已入飽和狀態。至於絕對濕度所以增大之原因，則以暖面既過，長江中下流一帶，均在熱帶氣團之中。熱帶氣團，來自西南，溫度較高，而濕度自亦較大。且其所經之地，即前之暖面雨區，其下層當可吸收相當之水氣。

2. 垂直溫度坡度小 冬季熱帶氣團北上，以地面之影響，下層溫度漸降，而垂直溫度坡度減小，情形至爲穩定，渦動不盛，亦爲成霧優良之環境。此點自十六日下午之高空紀錄已可見之。雖十七日並無紀錄，足資比較。然下午冷面過境之時，並無雨澤，亦足爲熱帶氣團

穩定間接之證明。然所謂之穩定狀態，自亦限於氣流之前緣，是故霧之分佈，亦以長江中下流為最濃。

3. 夜間天氣澄朗 十六日二十一時南京空中雲已漸行消散，天氣至為晴朗。地面之輻射作用增強，空氣下層冷卻作用於是大盛。十七日晨一時至四時溫度均在 7° — 8° C之間，五時以後突降約有 3° C之多。此時草溫僅 1.9° C，較之氣溫猶低 2° C。此種突然之低降，非有強烈之輻射作用，為足致之。且此次霧區，僅限陸上，黃海中未聞報霧，東海亦僅近陸海島有之。苟輻射冷卻之作用非致霧之主因，當不至有此現象。

4. 平面氣壓坡度小 南京當暖面初過之時，風轉西南，風力稍增，約在三四級之間。入夜降至一，二級，有時且入於平靜。自十七日六時天氣圖上可見是時長江中下流，適在一低氣壓淺槽中。平面氣壓坡度極小。氣壓坡度小則風力弱，而不至影響於霧之凝集。

總之冬季熱帶氣團北上，下層絕對濕度既大，而氣團本身又甚穩定，夜間如轉晴朗，溫度稍見低降，即可有霧。何況風力微弱，又不起使霧消散耶？

參考書籍

1. C.-G. Rossby: Thermodynamics Applied to Air mass Analysis
2. H. C. Willett: American Airmass Properties
3. H. R. Byers: The Air Mass of the North Pacific
4. 趙九章著：中國東部空氣團之分析
5. 朱炳海譯：霧與航空
6. 黃廡千著：華北氣團之幾種統式