

十年来我国对东亚寒潮的研究

陶詩言

(中国科学院地球物理研究所)

解放后十年来,随着天气预报业务的建立,天气预报的研究也有了迅速的发展,其中寒潮研究的論文占据相当大的数量.这是可以理解的,因为东亚的寒潮活动不但会引起灾害性天气,而且寒潮的活动往往同許多重要天气系統的发生和发展相联系.本文的目的,就想将最近十年来有关东亚寒潮活动的一些問題,例如寒潮的过程和爆发条件,寒潮冷鋒的結構,以及寒潮和天气等等,作一簡短的总结.下面准备就五个方面来討論这个問題.

东亚寒潮的发源地

侵袭中国的寒潮,絕大多数是溯源于北冰洋.根据我們做寒潮预报的經驗,几乎所有引起严重降温的寒潮天气,都可以追溯到北冰洋面.此外,在冬季西伯利亚和蒙古人民共和国境内,在有一种大天气形势下,也可成为冷空气的发源地.当欧洲或烏拉尔上空有一阻塞形势維持,而在下游西伯利亚上空維持一高空冷槽时,就在这冷槽的位置上积聚着一堆冷空气.这堆冷空气受着輻射冷却作用一天比一天变冷.在以后随着阻塞形势的破坏,这一堆积聚相当时日的冷气团便向我国侵袭,并引起一次寒潮天气.

在冬季各月中,中国大陆上冷空气的活动是很頻繁的,但每一次冷空气活动不一定都引起寒潮天气.一般所指的寒潮是指由于冷空气侵袭所引起的急驟的降温和大风天气,并且这类降温和大风天气是可以引起灾害的,降温的标准視地区和季节的不同而有变动.在我国,寒潮警报的发布标准尚未有明文規定.一般在短期预报方面,以24小时降温达 10°C 以上者为寒潮.在中期预报方面,則以較大地区温度距平在 -4°C 以下的称作寒潮.到目前还没有对中国境内寒潮所引起的各种降温情况作統計的研究.这类研究是需要的.

寒潮爆发的路徑和条件

根据预报的經驗^[1-4]侵入中国的寒潮有三条主要的路径:第一,冷空气从新地島以西的巴倫支海侵入苏联欧洲部分,然后向东南經西伯利亚和蒙古人民共和国侵入我国.这类寒潮路径预报員称作西北型寒潮.第二,冷空气从新地島以东的喀拉海南侵西部西伯利亚,然后大約在緯度 55° 折向东南方向移动并侵入我国.这是相当于苏联长期预报学派所称的超极地軸寒潮路径.第三,冷空气沿貝加尔湖以东的地区自北向南侵入我国.这类寒潮只影响我国沿海的一些省份.

寒潮爆发的机构,在目前不論在天气学上或动力气象学上还是个沒有解决的問題.在我們做寒潮预报的經驗中,摸索出了一些关于在寒潮爆发时东亚大型天气过程的特点.我們发现在寒潮爆发的时期,亚欧大陆上空有以下四类大型过程:

第一類大型過程相當於上述第一類寒潮路徑。在這類寒潮爆發的初期，首先在斯堪的納維亞半島和新地島之間的海面有一個對流層的冷空氣舌自北向南伸入大陸。這個冷舌平均每天以 15 個經度向東推動。在其向東移動的過程中，冷舌的勢力不斷在增強着，而且最強烈的發展則出現在東經 120 度附近。這個冷槽最後發展成一個深厚的長波槽。這一類的寒潮過程，以在當時北半球的大形勢接近於冬季的 500 毫巴平均形勢時，最容易出現。因為在冬季 500 毫巴的平均形勢表現在亞歐大陸上的特點是：在亞洲東海岸有個常定槽，在斯堪的納維亞半島和新地島之間另有一個比較平淺的槽，而在西部西伯利亞上空則是個平淺的高脊。這個常定形勢的維持，是靠着亞洲東海岸高空大槽一次次的再生過程來維持的。高空槽的每次再生過程引起東亞一次比較強烈的冷空氣活動。這類再生過程的表現是這樣的，即原有的高空大槽向東移動並迅速消弱，最後則變成一個高空短波槽進入北美洲。當東海岸的大槽東移並削弱的時期，在大陸上便有一次強烈的高空不穩定短波槽的發展。這個高空短波槽最後便變成新的東海岸上空的大槽。寒潮的爆發便是在高空不穩定槽發展最猛烈的時期發生的。根據羅斯倍 (Rossby) 關於行星波的波長和緯向風速的關係式，在亞歐上空大形勢維持不變的條件下，緯向風速也是常定的。在這個時期從西歐上空的高空槽到亞洲東海岸上空大槽間的波長相應也不變。所以，當東海岸上空的大槽往東移動並消弱時，單從動力學的条件講，必須在東海岸上空重新有長波槽建立。

第二類大型過程是出現在東歐或烏拉爾上空阻塞形勢發生崩潰的時期。在烏拉爾地區常常有阻塞形勢發生和維持。阻塞形勢的崩潰常常出現在東半球環流指數自低指數變成高指數環流的時期，在這個時期東半球上空的長波系統發生向東移動，並且長波的數目也同時減少。在這個時期東亞上空便有一次冷空氣的活動，其中勢力強大的可以達到寒潮的強度。在阻塞形勢破壞的時期，冷空氣一方面來自北冰洋；另一方面，原先堆積在阻塞形勢東邊的冷空氣塊則最先侵入我國。由於冷空氣自准靜止狀態突然向南爆發，所以在預報上往往不容易掌握。

根據最近的研究^[5-6]，在東半球西風環流指數自低變高的時期，不一定是出現在阻塞形勢破壞的時期，但在這個環流指數轉變的時期，東亞上空有一次較強烈的冷空氣活動却是極常見的事實。

第三類大型天氣過程是出現在亞洲上空一脊一槽的形勢下，高空脊的位置大約在東經 60—100 之間，高空槽的位置位於東經 110—130 度之間。在這類形勢維持的時期，高空的短波槽一個個沿着高空高壓脊的東緣向東南方移入長波槽裡面。在小槽和大槽相合併的時期，長波槽表現暫時的加強，同時在中國大陸上便出現一次冷空氣活動。如果併入長波槽中的高空短波槽是迅速在加深着的，則冷空氣侵襲的勢力也愈猛烈。這類高空短波槽的迅速發展，一般是跟西方准靜止長波脊的加強有聯繫，當亞洲西部准靜止的高空脊發生加強時，這一方面增強了短波槽後冷空氣的供應，另一方面也提供了低壓系統加深的動力學條件。所以，在這類寒潮過程的預報中，應該注意上游高空高脊的加強問題。而這個高壓脊的加強，又往往跟西歐方面強烈的气旋性發展相聯繫。

在這類穩定形勢的維持期間，亞洲西部上空的高脊和東亞上空的主槽同樣有再生的過程。在每一次再生過程中，與原先的系統發生，前進並消弱的時期，亦可以引起中國大

陆上一次冷空气活动,但势力一般并不很强。

另外,在这类形势维持的时期,亚洲高纬度地区维持显著的经向环流。但在纬度 50 度以南,却维持比较平直的纬向环流,并且高空的锋区逐渐向南推移至北纬 40 度上空。在这种形势下,来自北冰洋的一股股冷空气向南侵入我国境内。随着一次次寒潮的南下,高空锋区逐渐亦向南推动,结果会造成我国冬季江淮流域酷寒的阴雪天气。

在第三类大型天气过程中,视亚洲西部长波脊位置的偏东或偏西,冷空气的路径亦表现不同。但虽然在路径上表现偏东或偏西,但都是属于超极地轴的寒潮过程。

在冬季北美洲强大的寒潮,都是出现在长波的前进或后退的时期,但在东亚情况便不如此。由于西藏高原的存在,冬季从亚洲往东移动的高空长波槽往往受地形影响发生折断过程。槽的北部沿高原北缘迅速往东移去,并迅速减弱其强度。槽的南段则缓缓越高原往东移,其强度也是趋于消弱的。至于长波槽的后退在东亚的范围内比较少见。因为在冬季亚洲的范围内,只在贝加尔湖以东的地区才是低气压系统最多发展的地带,而在贝加尔湖以西高空槽的发展比较少见。至于在贝加尔湖以东高空低槽的发展一般是反应亚洲东海岸大槽的重建过程。根据我们的经验,引起严重寒潮的高空槽,一般是来自西北或北方的。从西方移过来的高空槽一般不能引起严重的寒潮天气。

关于在西藏高原上有没有寒潮活动,在早先看法并不一致。有人以为高原的海拔甚高,冷空气不容易越高原;也有认为由于高原的屏障作用天气系统不容易在高原上经过。根据最近这二、三年的资料看来,在冬季高原上空低压槽的活动很频繁。在高原上不但常常出现冷锋天气,并且也有强烈的寒潮活动。我们发现^[7]冬季高原上的寒潮过程,几乎都是出现在南北两个高空槽相合并的过程中。前面说过,从亚洲西部移过来的高空槽一般在高原西缘分裂成两部分,北部沿高原的北缘移去。南部则往往停滞在高原的西南方一些时间后再向东移去。这类系统的移动速度一般均在 5—10 个经度。当南方的高空槽开始向东移动的时期,如果从西北方有一个势力深厚的高空槽向东南方移来,这类系统的移动速度平均每天 10—15 个经度。所以,北方的高空槽一般可以追上南方的高空槽。如果北方和南方的高空槽正好在高原上空发生合并,这便引起高原上经向度的加大,因而导致冷空气侵入高原的东南部,并引起一次寒潮天气。但这种合并过程只是暂时的,经过合并以后,北方的槽很快往东移去,南部的槽则落在后面。

这类南北两个槽相合并的过程,也可以在长江中下游地区发生,并引起在高空槽前地面的气旋波发生过程。

因为寒潮的活动是大范围气团间的交换过程,并且寒潮的活动常常跟大范围的环流变化有关系,所以每一次在东亚发生的寒潮过程,亦可以同时在北半球的其他区域发生。有时候亚洲和北美洲可以同时发生寒潮。作者曾分析 1957 年 1 月初的一次在北美洲和东亚的寒潮^[6],并发现这两地寒潮的同时发生,跟在北极上空环流作反气旋性的转变有联系。由于在北极上空建立一条从格陵兰伸至阿拉斯加的暖高压带,这使得北极的冷中心分别移入北美洲和亚洲大陆,因而引起在两地同时发生寒潮。

寒潮冷锋的结构及其在中国境内的锋生过程

寒潮是个大型的扰动,它是大气中热量交换的执行者。因此,除开弄清楚寒潮爆发的

过程和条件以外,对于寒潮的結構問題,也是重要的研究对象。研究寒潮的結構,包括有三度空間流場和溫度場的特点与鋒生条件。在我国最近十年来,对于寒潮冷鋒的結構和其鋒生过程研究甚多。

关于东亚寒潮冷鋒的結構,早在1951年謝义炳等人^[8]指出,在日本上空可以出現两层鋒,每个鋒区各有对应的急流。北边的鋒区就是极鋒鋒区,南边的鋒区則是高空副热带鋒区,在以后的工作中^[9]同样也发现这个事实。

在冬季寒潮冷鋒南下时,冷鋒的坡度逐漸轉平,并趋于鋒消^[10,11],而在冷鋒的南方則另有一个冷鋒形成。这种情况在我們日常分析中遇見甚多。

寒潮冷鋒的強烈鋒生过程,有时会导致鋒面活动突然变強,并造成大风災害^[12],这种鋒生过程的特点是值得深入研究的。

寒潮和天气

寒潮是一种危险天气。在我国大范围的早霜和晚霜天气,都与寒潮的爆发相联。在海上,寒潮的侵袭常常是漁民的严重威胁。在寒潮預报的工作中,一方面要准确估計出寒潮爆发的条件,同时还須判断在寒潮爆发时所引起的降温和大风的情况。最近十年来,有关寒潮和天气的研究著作頗不少。在本节中只提一提比較重要的一些研究結果。

寒潮与大面积的早霜和晚霜。顧震潮^[13]曾对我国大范围早霜和晚霜形成的条件作过研究。他指出,在我国大范围的初霜和晚霜常常是冷平流和輻射冷却的双重結果,其中尤其以冷平流起主要的作用。強烈的冷平流都是在寒潮的形势下出現的。因此,在做大范围的霜冻預报时,一方面要判断寒潮南下的勢力和其移动的情况,同时还得結合24小时变温的大小和当时最低气温的实际分布估計出未来最低气温。顧震潮根据春季和冬季东亚寒潮的特点和霜区的分布,将我国划成四个主要霜区,此外,各气象台根据这个方案并結合当地的具体特点,作出了更細緻的霜区的划分。这种工作对于区域性的霜冻預报是有参考意义的。

寒潮爆发所引起的急驟降溫的严重程度,除开跟冷空气的勢力和引起寒潮爆发的条件有关外,还和下垫面的性質及寒潮爆发前的天气性質有关。若是在寒潮来临以前,出現一次热浪天气,大范围地区中气温普遍升高到超出平均最高溫度之上,然后却紧接来了一次寒潮。在这种情况下,溫度的驟降非常強烈。这类現象以在我国春季的晚霜天气中最是常見。在三、四月間,当大范围地区有热浪天气出現时,作物或果树的开花期提前,如果接着来了一次寒潮,便可以造成严重冻災。

在解放以后,由于航运事业的迅速发展,关于北中国的河流封冻也被列入气象預报的項目中。刘匡南等^[14]最先研究了北中国河流封冻的气象条件及其預报問題。他們发现北中国河流的封冻都跟大寒潮的爆发有密切关系,其中尤以来自喀拉海的超极地軸路径的寒潮影响最严重。

在我国大范围的风災,一部分除开跟台风和低压有关外,多数是跟寒潮的南下有联系。程純枢^[15]根据上海徐家匯气象台1953年的記錄,分析长江中下游的寒潮活动。他发现在冬季的某些日期最容易出現寒潮,他又将这些日期跟舟山漁民的經驗(即在漁民中所流传的冬季海上风暴的日历)作比較,发现两者之間有良好的对应性,这說明在海上寒潮

的活动往往引起风暴,在大陆上寒潮冷锋南下时的强烈锋生作用,也会引起严重的大风灾害^[12]。所以在做寒潮预报的时候,同时要考虑到冷锋的锋生条件。

关于我国各地区在寒潮出现时的具体天气特点,广大的预报员做过大量的研究或总结工作。这是由于篇幅有限不能一一提及了。

尚待研究的一些问题

寒潮预报研究的中心问题,在于解决带状大气环流的不稳定性问题。关于这个问题,目前不仅在理论上还没解决,而且在经验方面也没有发现任何事实或征兆。这方面的問題也是中期预报研究的对象。其次有关东亚寒潮爆发的天气过程仍值得继续进行。因为弄清楚寒潮的过程,对于预报是有用处的。关于天气过程的分析,应该不限制在描述方面,同时应该注意在寒潮爆发过程中某些物理量变化的特点。寒潮冷锋在长江流域的锋生问题,影响灾害性天气的为害程度,所以也值得深入研究。最后,过去十年来有关东亚寒潮的研究,重点是放在冬季的寒潮,夏季的寒潮活动研究却很少。这一方面也应该研究的。

参 考 文 献

- [1] 陶詩言:中国冬季寒潮前后演变过程的分析.天气月刊1952年,10月号.
- [2] 陶詩言:1951年11月20日的大寒潮.天气月刊,1952年,11月号.
- [3] 陶詩言:东亚冬半年冷空气活动的經驗研究.中央气象台油印本(1955).
- [4] 中央气象科学研究所中长期科:冬半年寒潮天气过程的分析研究.1958年出版.
- [5] 陶詩言:阻塞形势破坏时期东亚的一次寒潮过程.气象学报,28(1957),1期.
- [6] 陶詩言:1957年冬季环流的特点.天气月刊,1958年5月号.
- [7] 楊鑑初等:西藏高原的气象学.1958年,科学出版社.
- [8] 謝义炳、陈玉樵:西太平洋及东亚大陆在冬季上空的流場及溫度場.中国地球物理学报,2(1951),279—297.
- [9] 张 鏗:东亚寒潮结构的个例分析.气象学报,29(1958),274—286.
- [10] 仇永炎:在一种寒潮情况下水平溫度場及冷鋒构造.气象学报,28(1953),13—26.
- [11] 夏 平:冬季水平稳定层与南岭鋒生.中央气象局油印本(1957).
- [12] 言文(陶詩言):論寒潮冷鋒南下时的鋒生过程.天气月刊,1957年3月号.
- [13] 顧震潮:我国早霜和晚霜区的区域预报問題.天气月刊,1954年10月号.
- [14] 刘匡南、章震越:北中国河流封冻天气条件的初步探討.地球物理研究所专刊,甲种第2号(1955).
- [15] 程純枢:有关长江下游的若干统计.气象学报26(1955),1—2期.