有关东亞季風的一些問題

高由禧　章名立

（中国科学院地球物理研究所）

一 引　言

我国古代有不少关于季風現象的記載，但我們对季風的研究是在1925年中国气象学会成立以后才开始的。1925—1932年气象工作者所發表的气象論著中，曾附帶地討論了季風現象，但都是零星片段的。眞正把季風現象作为一个研究对象，还是在1934年以后。当时，大家的注意力主要是集中在季風与中国的降水关系上，特别是竺可楨教授，他利用当时不多的气象資料，肯定了东南季風与中国降水的复杂关系，并指出單一的、强盛的东南季風控制下的地区主旱，而不是多雨，只有在东南季風与自北方来的冷空气相互角逐下，才有多雨的机会。后来，許多研究工作証实了这一結論的正确性。1936年起，由于国内某些地方已累积了一些高空風和高空温湿的观测資料，因此，对季風的性質和結構方面多有論列。特别是涂長望教授，利用当时有限的高空記录，鮮明地而且卓越地指出活动在中国領域上的三种季風气团，即極地大陆气团（冬季風），热帶太平洋气团（夏季东南季風）和赤道气团（夏季西南季風）。同时，还指出此种不同气团間相互交綏和消長，基本上控制了中国的天气和气候。嗣后也有好几篇討論季風性質的論著發表，他們对季風性質都有所增补，但基本內容和涂長望的結果并沒有多大出入。

同时期，还有許多人根据地面風的紀录和某些站的高空風的分析，討論季風的垂直結構和它的活动。竺可楨、涂長望利用地面各月盛行气流和鋒面的位置鮮明地表示出各月季風的一般活动情况。此后，陶詩言与高由禧利用更多的地面風的观测和高空测風的記录，繪制各月气流的流綫圖。比較各層的流綫圖，人們可以得到东亞季風構造的概念。

1944年涂長望、黃士松用每五天湿球位温的变化，来討論夏季季風的进退，从而不但使人們对季風的平均活动情况得到較明确的概念，而且提出了研究季風活动的一个很好的方法。

解放以后，新中国的气象事業有了新的發展，一些气象工作者在討論大气环流时，也曾提到大气环流和东亞季風活动的一些关系，作者們指出西風环流的进退和季風的来去是密切联系着的，但由于过分强調了西藏高原的动力作用，而忽視了季風环流（二級热力直接环流）在大气环流中的作用。事实上，如果我們忽視因为海陆不同而产生的季風环流在大气环流中的作用，不但对东亞气候特征將缺乏合理的解釋，即对大气环流的探討也將是不全面的。

虽然东亞季風在气候学和天气学上是一个重要的問題，而且在这方面我国气象工作

者也作了不少出色的工作，可是这些工作都只限于季風的某些个别現象的描述，缺乏比較全面的和系統的討論；特别是最近几年来，大家都热中于中国的天气以及东亞大气环流的研究，因而忽視了对东亞季風現象（虽然一向認为东亞是季風極显著的地区）的研究，甚至認为这是一个不重要的問題。目前，我們还沒有足够的事实或理由来强調东亞季風在东亞的气候和天气上的作用，可是有理由提請祖国气象工作者注意，应該也必須把它当做东亞的特殊的气象問題，来作进一步的研究。

二　季風問題的意义及其重要性

对季風問題有各种不同的看法，某些天气工作者，特别是一些天气預告員們，在天气圖上不只是看到气象要素每天有变化，即一天中各小时也有不同，因此他們不太同意气候学上所謂东亞有各种季風的提法；或者認为气候学上所謂季風只是空泛的概念，沒有实际的內容，或者說眞正的季風只有印度有，其他地方說不上有季風。气候工作者則認为季風是东亞气候的基本問題之一，沒有它就不可能了解許多地方气候的特征，更無法理解气候特征的形式以及其变迁等等。为什么有这样不同的看法呢？作者認为主要是由于各人所談的季風沒有共同的含义。如果說季風就是，由于海陆間热力的差异，随季节变化所引起的冬季自陆向海和夏季自海向陆的气流的季节变化，那末就可以肯定东亞有相当显著的季風，因为冬夏海陆上常常有性質完全相反的气压系統的分布，至少海平面月平均气压圖是如此的。

有人認为季風現象既是下垫面海陆热力差异所引起的，它一定只是低空現象，因而它对大气环流和天气以及气候的影响也应該只是限于低空的，因此它的影响是不重要的。我們不同意这种看法。可以想像，如果在自轉的地球表面上沒有海陆的分别，或者說它是均一的陆地或均一的海洋，那末等温綫和等压綫將主要是沿着緯圈分布，但由于地表上有海陆的差异，温度与气压分布就有沿緯綫的梯度，因此加强了南北向的气流成分，这样也就加强了高低緯度間热量交換，因而使大气环流和气候情况更接近实际情况。或者說，由于地球自轉偏向力的緯度变化，即使沒有海陆不同，高低气压带也可能分裂成各个閉合气压系統，可是我們相信海陆的不同对这种分裂一定也起重要的（甚至起主要的）作用。

在平均气压圖上，付热带、高压带与極地低压带的断口常出現在海岸綫上，这事实說明：在付热带，大陆的气温一般比海洋高，付热带高压带断裂为海洋高压（如北半球上太平洋高压，阿索尔高压）和大陆上的相对低压。在中高緯度，冬季海洋比大陆暖，海洋上有利于低压区的形成（如北半球的阿留申低压与冰島低压），而大陆上則有利于冷高压（西伯利亞高压与北美高压）的生成；夏季的情况相反，海洋上出現高压而大陆上則出現低压。海洋与大陆間的季風因素对这些高低压的出現起了重要的作用，而这些高低压的形成却是季風环流所必須的条件。因此，可以說因海陆热力的差异所产生的季風环流，不只是大气环流中必不可少的一环，而且也是海陆間热力交換所必不可少的环节。

其次，我們討論季風环流的作用是否仅是局限于大气低層的現象。上面已經說过，付热带、高压带与極地低压带都在海岸綫上断口。要是断口不只限于低空，那一定也反映在高空圖上。实际上，正如大家所知道的，在地面断口的上空，也正是高空西風帶槽

脊所在的地方。在冬季，这些槽分布在大陆的东岸(太平洋和大西洋的西海岸附近)，脊在大陆的西岸；夏季海陆間的温度場与冬季恰好相反，因此大陆东岸常变为脊的位置，而西岸附近却为槽所控制。

虽然，槽脊的生成不可能完全归因于海陆間的热力差异，但是在沿海岸綫上的西風帶槽脊，显然与海陆分布有密切关系，特别是随着冬夏季节的变換，沿海岸的高空槽脊几乎变換为完全相反的情况。例如，冬季东亞上空主要是处在大槽后方，盛行西北或西西北气流；夏季在高压脊后方影响下，盛行西南或西西南風。在亞欧大陆的西海岸上，相反的变化也非常明显，只在北美大陆变化的明显性稍差。因此，我們說海陆热力差异所产生的季風的作用，不仅仅表現在大气的底層，也表現在整个对流層里，只是在对流層上層，它的作用被西風环流掩盖得不如地面明显而已!

第三，冬夏海陆热力差异的季节相反变化（产生季風直接环流的季节变化)，至少也可以部份地解釋冬季海洋上气旋（阿留欣低压和冰島低压强且稳定）活躍和大陆上高压（亞欧大陆高压和北美大陆高压）盛行，以及夏季海洋高压（太平洋高压和阿索尔高压）發展西伸和大陆上低压占优势的原因。冬季大陆冷海洋暖，大陆上普遍为下沈气流而海洋上則为上升气流；这升沈气流連成的季風直接环流，更加强海陆上的升降运动，因而，大陆上加压与海洋上减压的趋势將更明显，这就便利于大陆上高压与海洋上低压的發展。夏季海陆間的季風直接环流的方向恰好与冬季相反，因此大陆上低压發达，而海洋上則高压盛行。同样的理由，我們也可以理解在有季風环流的地区，为何海洋上某些地区冬季的降水比夏季多，而大陆上夏季降水比冬季多的現象。因此我們說季風环流的作用，不仅仅限于气候上的，而且在每个季节的天气特征上，也应該可以部分地看出季風环流对天气系統的影响。

最后，以东亞大陆为例，如果沒有季風現象的話，那末亞欧大陆冬季將盛行西風。当西風气流越过或繞过西藏高原和兴都庫什山时，它所携帶的水汽將在高原的西坡凝結殆尽。此空气在經过高原过程中，由于冬季高原上輻射冷却强，空气变冷快，因此在往东过程中，愈往东愈干冷。夏季，虽然西風帶稍往北移，但大部分地区仍在西風帶影响下。由于高原上日射强，增暖快，因此在其东行經过的地区將非常干热，特别是当空气自高原下沈到平原地区时，則干热更甚。因此，可以說，要是东亞沒有季風而只受西風环流的影响时，無論冬夏，雨量自高原往东要大大地减少，温度冬冷夏热，而且愈往东愈甚。在此情况下，东亞大陆大部分地区都將要变成沙漠或半沙漠地区。

实际上，由于海陆間的季風影响，冬季东亞大陆为極地高压所控制，在海岸綫附近为低压和極鋒活动頻繁地区，其上空为固定大槽所在地。因此，在东經 90° 以东的东亞大陆处在固定大槽的后方，盛行西北風，有利于極干冷的空气南下至極低緯度。随着此自北向南移动的冷空气，常常有鋒面自西北移向东南，当其接近太平洋和南中国海时，降水的机会变大，量也增加。特别当低緯度来的海洋气流强盛时，降雨范圍可向高緯度扩大，雨量也大。因此，由于有冬季季風存在，在 90°E 以东的东亞大陆温度將比只有西風影响的情况要低得多（也就是南北向温度差异要小得多)，降水机会（特别是东南沿岸各地）也較多。90°E 以西的高原地区，由于在高空高压脊的西方，多偏南的西南風，因此温度和水汽含量將比在西風环流影响下要高要大，降水量可能也要大些。此外，东

亞大陆在西部暖平流和东部冷平流作用下，必然增强其东西部間的温度差异。

夏季，分布在太平洋与东亞大陆的气压系統与冬季完全相反。大陆上为低压而海洋上为高压，因此，在海平面上低压南部和太平洋高压之間盛行西南風、南風或东南風(夏季風)，它們自海洋帶来大量的水汽，特别是在 90°E 高空西風帶大槽的东边地区，夏季風可深入至更北的地方。因此，由于夏季季風的存在，整个东亞大陆比沒有季風时天气气候要更湿热多雨，气象要素日变化也要变小。

很明显，在討論东亞的气候問題时，不能忽視季風的作用，特别是討論气候和中長期的天气变化时，必須联系到季風环流的变化。作为与国民經济密切相关着的水旱冷热問題，我們更不能忽視季風的研究。

三　研究东亞季風必須注意的几个特点

季風現象發生在大气环流中，因此产生季風的温度場与气压場常被决定大气环流的温压（南北向的温度和气压梯度）場分布所掩盖，而变得不明显，特别在地形复杂和海陆分布錯綜的情况下，季風現象更是难于确定。因此在討論和研究东亞季風之前，必須掌握住东亞季風的一些特点。

（一）东亞季風現象在大气环流中的位置特点。冬季，东亞季風是出現在西風环流影响下，近地面層的温度梯度和高空的温度梯度方向基本上是一致的(即自南向北)；因此，在地面高压南半部，因大陆較海洋冷，所产生自北向南，或自陆向海的气压梯度所引起的冬季季風，和高空自南向北的气压梯度所产生的反季風的現象必然很明显。高压北半部地面的盛行風与高空西風气流相一致，这样就增加在这地区上辨認季風現象的困难，虽然如此，但不能就肯定在这些地区就沒有季風或者季風不重要。

夏季，东亞季風現象出現在热帶、付热帶以及温帶里，也就是發生在赤道西風帶、东風帶与西風帶里。因此，可以想像在华南与南海的亞热帶地区上，因海岸綫近于西东向，冬季因海陆影响所产生的温度梯度与自赤道向極地的正常温度梯度一致，而夏季海陆影响所引起的温度梯度与自北而南的季节盛行温度梯度相一致，因而可推想，冬夏季風的轉变（东北季風变为西南季風）必然非常明显，而且西南季風也必然是相当深厚的。北回归綫以北，我国东部沿海地区，由于海岸綫为近南北走向，海陆作用产生的温度梯度被主要自南而北的温度場分布所掩盖，因此冬夏季風方向不会像华南沿海那样完全相反，但由于它的变換与行星風系（赤道东風帶）的季节移动相一致，因此，夏季东南季風与冬季东北季風間轉变也比較明显而且深厚。黄河流域及其以北地区，地面和高空温度梯度，冬夏季均为自南而北，因此整年西風环流盛行，季風現象不会是很稳定的和很明显的。更具体地說，东亞夏季盛行二种不同性質的季風，一种是海陆影响和行星風系的季节移动相一致的季風，如赤道低压槽以南的赤道西南季風，与其北的东南季風，因此此二种夏季風必然是比較深厚的。另一种是在热赤道以北地区（黄河流域和东部西伯利亞），大陆上夏季近地面層因海陆影响所产生的自北而南的气压梯度和高空(2—3公里以上）盛行的自南向北的气压梯度基本上是相反的，因此高低空間季風及季風現象似应比較明显，不过由于这些地区無盛夏，却仍在西風帶影响下，盛行風不是占优势的，因而季風的明显性則稍差。

我們可以說，同样的海陆分布，但因其所在大气环流中的位置不同，季風現象显著性就不同，結構也就有差异。

显然，东亞与北美大陆东部在环流位置上是相似的，除因海陆形狀和大小分布有所不同（下面將提到），而部份地規定季風現象有差別外，季風現象应当相似。当然也正因为海陆形狀大小有不同，因此东亞季風与北美的季風現象有很大的差別。

同样印度半島和东亞季風現象在环流位置上也有异同。由于緯度位置和海岸綫走向使南海和华南沿海附近的季風，在本質上与印度季風是相同的。但是东亞东岸——太平洋与大陆間——的温度場与气压場的季节交替，就比印度东海岸（印度半島和孟加拉灣）明显，这也就使东亞的季風除了与印度相似的东北季風与西南季風交替外，还有一种北或东北季風与东南季風交替，因此季風現象也就比印度复杂。夏季的情况差別更大，夏季东亞在赤道西風帶与东風帶以及西風帶（付热帶与温帶）影响下，而印度基本上只在單一的热帶影响下，因此季風現象在許多方面有根本的差別。这也就是說完全用处理印度季風的方法来研究东亞的季風現象，一定不会得到令人完全滿意的結果。

（二）海陆的大小与形狀的特点。如果把季風理解为海陆温度分布的季节变化的結果，那就必須考慮到海陆的大小、形狀与分布。在这方面，我們認为应該注意下面几点：

海陆的大小問題。过去某些气象工作者，在研究东亞季風現象时，把亞欧看作大陆大小的單位，并把它当作四周圍繞着海洋的海島，进而計算或解釋东亞和东南亞的季風現象。或在其与北美大陆的季風現象作比較时，仅仅由于亞欧大陆比北美大陆大3—4倍，因此認为亞欧大陆的季風現象要比北美明显3—4倍。我們認为比較合理地考慮海陆的大小問題，应該把赤道以北的非洲大陆也考慮在內，这样，亞欧非的季風現象，应該比北美明显4—5倍，而且大陆中心不是在我国的新疆省，而应該是在近东地区。这样，也就容易理解盛夏印度低压中心为何要处在阿拉伯沙漠上。采用这样大小的大陆單位或許更能解釋季風的实际情况。

海陆的形狀特点。这点欧亞非大陆与北美大陆有很大的不同，北美大陆（包括格林蘭在內）主要是南北（長60°緯度）走向，东西向（寬35°經度）狹窄；而前者則为东西（寬150°經度）走向，而南北向（長70°緯度）狹窄。这种形狀对海陆間温度分布有很大的意义。因为东西寬大的大陆，可使同緯度上的各不同經度的温度分布，有很大的不同，甚至可以出現閉合等温綫。从1月和7月海平面温度分布圖，可以清楚的看出北美大陆上等温綫主要是东西走向，而亞欧非大陆則变化很大，尤其7月有許多閉合高温中心出現。这說明了要是兩个同形狀、同大小的大陆，一个为南北向排列，而另一个为东西向排列，則所引起季風現象將会有很大的不同。

应該注意，北美大陆北边寬大，往南变窄小，而欧亞非大陆，則南北近于等寬。这个差別使海陆間温度分布有相当不同，前一形式的温度緯度距平，在高緯地方，冬冷夏热，在低緯度地方，則冬暖夏凉；后一形式的温度緯度距平，在高緯度地方，冬偏高夏偏低，而低緯度地方，則冬偏低夏偏高；这样前者在高緯度，季風現象应比較明显，而后者則以低緯度显著。同样理由，也可以說亞欧非与北美大陆，因大陆形狀不同，在季風現象方面也应有所分別。

还必須指出，太平洋低緯寬大，而高緯度狹小；大西洋高低緯寬窄并無多大差异。

这种形狀的不同必影响东亞与北美东海岸季風的結構的差异。

显然，亞欧非大陆与北美大陆的东西向海岸長度与南北走向的海岸長度也有不同。例如影响东亞季風的东西向海岸綫，在北緯 20°緯綫上，約長 70° 經度（50°E—120°E，忽略印度半島与印度支那半島的南北走向部分）；而在北緯 30° 綫上，北美的东西向海岸長仅 20° 經度。这也就規定了东亞冬季东北季風轉为西南季風一定比北美明显。

（三）大地形的特点。东亞的复杂地形更增加气候的多样性和季風的独特性。我国拔海在 1,000—2,000 公尺的高原（蒙新高原、黃土高原、云貴高原）占全国面积 35%；2,000 公尺以上高原占 33%；西藏高原（3,000 公尺以上）占 16%，相当于 40°N 以南，105°E 以东的大陆的大小。姑不論大而又高的高原屏障于西所起的动力作用（加强了高原东側冬季的自北而南的冷平流和夏季自南而北的暖平流，也就是大地形的作用扩大了冬季季風影响的緯度范圍），我們可以設想这样大的地形，在热力上的作用的重要性。如果西藏高原对其四周自由大气有冷热源的作用，而且这种冷热源有季节变化，那就可以想像，形成現在的东亞季風，并不單是海陆間的温度分布的季节变化結果，而高原与自由大气間热力差异所产生的气流場也必增加东亞季風的多样性。当然，大地形的动力作用和热力作用相結合更增加东亞季風的复杂性。

因此不可能把印度季風情况，作为东亞季風的直接說明。西藏高原屏障于北，使印度冬半年（干季）免受强烈的極地冷空气影响，因而冬半年，特别是热季，印度冬季風既干又热；东亞則不然，西藏高度屏障于西，它可能阻塞西方来的气流和气压系統，却加强了極地冷空气的南下。这也就說明为什么印度夏季風来时極快，而去时至緩（因冬季風弱），而东亞夏季風完全相反，来时慢，去时極快。

如果西藏高原在冬季为冷源，而夏季为热源，那这种冷热源变化更加强了其南边的印度季風季节变化的显明性。因为冬季冷源加强了自南而北的气压和温度梯度，夏季热源則加强了自北而南的温度和气压梯度。在其东側的地区，虽也增加季風的显明性，但一定不如印度季風那么明显。要是西藏高原对其四周自由大气，夏季为冷源，而冬季为热源，那它無論对印度和东亞的季風环流將起减弱作用。

显然也不可以說东亞的大地形与北美大地形在对季風的影响上会是一样的。因为不只是大地形的形狀排列有不同，而且大小也有很大的差别。因此，不只是在动力影响上將有所差异，而且在热力作用的大小上，也一定有所不同。北美西部高原高度一般在 1,000—3,000 公尺，而且面积比我国同高度的高原的面积（相当于我国总面积 68%）要小得多，因而在热力影响的大小上一定相差很远。

四 結 論

如果我們把季風的定义，規定为海陆热力差异所發生的海陆間的环流，那么在研究东亞季風問題时，就必須注意东亞海陆的大小、分布、形狀、地理位置（大气环流中的位置）和具体的地形特征。換句話說，我們不能把东亞季風現象与北美季風看作同等的东西，更不可以把它与印度季風看作完全一回事（虽然它們之間的关系是很密切的）。在东亞气候問題的研究上，要是忽視了季風的作用，很难想像对东亞气候特征的生成和变化会有較好的解釋和理解。