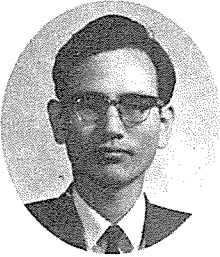


氣象學과 氣象事業



孫 亨 珍

(中央氣象台觀測局長)

暴風雨는 一葉片舟에 매달린 魚夫에게는 결코 있어서는 안되는 것이지만 그의 위력을 활용할 수 있다면 利로운 것이 된다.

이와같이 兩面性을 지닌 氣象을 대상으로 하는 氣象學과 氣象事業은, 氣象의 「資源化」와 「防災策」을 어느 한쪽으로 치우치지 않고 똑같이 중요하게 다루는 것이 특징이다.

다음에서 氣象學과 氣候學을 概略한 후, 氣象觀測에서 導出되는 氣象情報과 그의 經濟價値, 끝으로 이러한 일을 담당하는 「氣象事業」에 관해서 살펴 보기로 한다.

◇ 氣象學·氣候學

氣象學은 學問的 側面에서 두가지 性格을 가진다. 하나는 大氣에서 생긴 현상에 物理學·化學·工學의 원리를 應用하여 그의 組織·構造·變化를 연구하는 태도이다. 이러한 관점에서 氣象學을 物理學이나 化學의 한 분야로 보는 것은 지극히 자연스러운 자세이다.

또 하나는 自然環境·農業·漁業·기타 人爲的 環境을 대상으로 하는 모든 科學에 대하여 基礎科學의 위치를 차지하고 있다는 것이

다.

「農業氣象學」에서는 氣象學의 知識을 기초로 하여, 農業生産을 增産하고 農業災害를 경감 또는 예방하는 方策을 찾는다.

氣象學과 接친 분야에서 기초와 응용의 關聯性이 애매한 것도 있고, 實務面에서 맺어진 것도 있다. 前者의 보기는 「大氣·大洋의 相互作用」이다.

大氣·大洋의 상호작용에서는, 「大氣가 海洋에 주는 영향」과 「海洋이 大氣에 미치는 영향」은, 다같이 物理學的인 追究방법을 쓰고 있으며 일방적인 基礎·應用的 位置關係에 있는 것은 아니다.

後者の 보기로서, 海洋(上) 氣象學은 安全海運에 관한 실제적 측면을 강조하고 있는 것이 특징이다.

氣象(日氣)을 대상으로 하는 또 하나의 분야가 있다. 氣象學이 그것이다. “氣候”는 長期間에 걸친 「日氣傾向」을 뜻한다. 이를 표현하는데 두가지 방법이 있다. 하나는 氣候를 「氣候要素(氣候決定에 중요한 氣象要素: 氣溫·氣濕·바람等)를 長期間에 걸친 平均値의 結合」으로 나타내는 방법이다. 또 하나는 「每

日의 日氣分布를 長期間에 걸친 累積」으로 나타내는 방법이다. 氣團氣候·前線氣候는 前者의 방법으로는 다룰 수 없다.

氣候學은 一般論과 “氣候誌”의 2가지의 領域으로 나누어진다. 氣候誌는 地理學에 속하며, 氣象人은 오히려 一般論에 관심을 쏟아서 長期間에 걸쳐 累積된 大氣圈現象의 傾向에서 「共通性·地域差」를 究明해 나간다.

氣候를 좌우하는 因子에는 太陽에너지의 入射強度, 大氣組成(炭酸가스·오존·水蒸氣·에어로졸等), 海陸分布, 기타 地球表面要素가 포함된다. 이들 중 하나 또는 몇개의 因子가 交互적인 因위적인 變한다는, 氣候 “變動(Change)”이 생기게 된다. [이에 대해 氣候型이 바뀌지 않는 범위내에서 변하는 것은 氣候 “變化(Variability)”이라 한다.]

氣候變動의 「豫測」은 順序의으로는 그의 物理過程을 이해한 後에 고려할 課題이다. 이러한 연구들을 위해, 최근 國際學術團體(委員會)들이 「世界氣候研究計劃(WCRP)」을 세워 모임을 거듭하고 있다.

◇ 氣象情報의 生産

氣象情報은 觀測에서 비롯된다. 氣象觀測은, 사진을 一定時刻마다 찍어서 서로 비교하는 방식, 즉 「Euler 방식觀測」이 主宗을 이룬다. 합리적인 觀測網 密度와 觀測時刻간격은, 대상으로 하는 氣象의 수명·크기에 따라 결정된다. 그의 解答은 (自己) 相關係數·OR로 얻어진다. WMO는 아프리카等の 정도로 큰 地域에 대해서 陸上觀測所 間격을 최대限 150 km로 하고 觀測時刻 間격을 3시간으로 할 것을 권장하고 있다. 近年에는 레이더, 기상위성으로 부터 풍부한 觀測資料들이 얻어지고 있다.

氣象觀測資料는 우선 일기에보에 쓰인다. 일기에보가 발표될때까지의 과정은 다음과 같다. 먼저 현재의 觀測資料를 地圖에 수록하고 자료의 특징을 해석하여 氣流形態를 「豫想」한다. 豫報者는 이미 경험과 지식을 통해서 氣

流形態에 수반된 日氣形態를 알고 있으므로, 그 豫想氣流形態를 미래의 日氣形態로 「변역」한다.

先進國에서는 氣流·日氣의 豫想到 數式(NWP)과 統計方式(MOS)을 채택하고 있으며 작업은 전자계산기로 수행한다.

끝으로 日氣豫想은 解説되어 메스콤을 통해 발표(豫報)된다.

「日氣豫想解説」은, 適時에 使用者群에 적합한 內容·水準으로 작성되어야 한다. 近年에 이런 面은 더욱 강조되고 있으며, “日氣包裝(weather package)”이라는 용어가 만들어졌다. 이 용어는 두가지 뜻을 내포한다. 첫째는 放映(送)時間을 아끼는 TV, 라디오에 적합토록 간결 명료하게 解説內容을 압축해서 표현한다는 뜻이다. 둘째는, 「商品을 包裝」하는 것은 그 상품이 能率的·效果的인 市場化를 위한 것처럼, 豫報者도 使用者의 마음에 드는 내용과 수준으로 解説文을 작성해야 한다는 뜻이다.

모든 氣象은 原理의으로 예보할 수 있다. 현재 소나기可能性을 예상하는 것은 쉽지만, 순간적으로 지나가는 미미한 소나기를 예상하는 것은 아주 어렵다. 그러나 後者도 原理의으로는 가능하나 다만 막대한 노력·시설·비용을 필요로 한다. 미미한 소나기를 100% 맞게 예보하더라도 企業家에게는 귀찮은 소식이 될 뿐이다. 오히려 「日氣包裝」을 위한 노력이 100% 豫報適中率을 위한 노력 못지 않게 중요한 것이다.

氣候資料는 氣候學의 연구와 인간활동에 응용은 産業의 작업·계획·설계의 기준설정, 國土開發등 다양한 영역에 걸친다.

氣候資料의 생산에서는 即時性보다 정확성과 처리과정이 중요하다. 氣候資料의 統計期間은 氣候의 定義로 부터 추측할 수 있듯이 統計値의 안전성과 대표성을 고려해서 결정해야 한다.

30년間 氣候統計値를 속칭 “climatic standard normal”이라 부른다. 이것은 世界 氣候의 규모에 별로 모순되지 않고 또 이방

면의 研究者가 統計值를 국제적으로 교환·비교하기 위한 것이며 절대적인 物理學的 意義를 가진 것은 아니다.

統計期間이 짧으면 氣候要素의 不規則的인 변화때문에 안정된 統計值가 求해지지 않고, 반면에 너무 길면 氣候變動 때문에 時間的 代表性이 상실되어 버린다.

흔히 사용되는 「統計量」으로서 平均值의 외 「度數分布」가 있다. 안정된 度數分布를 얻기 위해서는 Landsberg-Jacob의 연구결과가 가끔 참고가 된다.

◇ 氣象事業

한 나라의 氣象事業은 國家機關에서 담당하고 있다. 氣象事業의 이익은 측정하기는 곤란하나 社會의 모든 構成員에 고루 分配된다. 氣象이 차지하는 空間은 國境과 無關하므로 그 氣象에 관한 정보는 국제적으로 교환·협력을 통해서만이 얻을 수 있다. 이와같은 두가지 이유가 國家기관으로 하여금 氣象事業을 맡도록 한 것이다.

일기예보는 企業경영에 「經濟出力」을 높여준다. <그림 1>은 이를 보여주는 McQuigg-Thompson의 simulation 模型(1966)이다. 「日氣(에) 敏感(한) 過程」은 式 $\pi = f(W, O, A^*) + \mu$ 로 주어진다(記號는 그림 1 참조). A^* 는 代案 A의 部分集合이고, *는 “決定者”에 주어지는 정보에 바탕을 둔다는 것을 뜻한다. μ (擾亂頂)는 π 와 (W, O, A^*) 의 관계를 모르는 정도를 나타낸다. 하나의 代案을 선택할 때, 決定者는 장차에 발생할 W, O의 實際값을 모르고 또 μ 의 값도 모른다. 決定者는 A^* 을 선택하면서, 가능한 各代案에 대하여, $\pi^* = f(W, O, A^*)$ 을 평가할 것이다 이때 π^* 가 長期戰略과 모순되지 않도록 평가한다. 만일 W, O, A^* 가 항상 W, O와 일치한다면 < μ 의 표준편차 $\delta\mu = 0$ >이면, 決定者는 가장 좋은 經濟出力 π_{MAX} 에 도달한 셈이다. 대개의 境遇예보에는 誤差($\delta\mu \approx 0$)가 있다. ($\pi_{MAX} - \pi$)는 「정보의 정확도」와 擾亂頂에 관련된다

출力を 좋게 하기 위해서는 決定過程에서 有効한 일기예보를 有効하게 사용하여야 한다. 이것은 일기예보가 「日氣包裝」으로 주어져야 하고, 「有效한 應用」은 經營자가 <氣象/日氣敏感過程>의 관계를 충분히 이해·활용해야 한다는 것을 뜻한다. 그래서 經營인은 氣象人의 助言이 필요하게 된다.

氣象機關은 “替在經濟利益”이 큰 産業에 주력하여야 한다. White의 模型(1968)은 이 사실을 보여준다(그림 2). 日氣의 영향을 받는 業種을 선정하고 영향을 많이 받는 業種으로 부터 적게 받는 順으로 順位(日氣영향계급)을 매기고, 새로이 이들 業種을 GNP에의 기여도에 따라 큰 것으로 부터 작은 것으로 順位(GNP계급)를 매긴다. 두 순위의 結合으로 「替在經濟利益」의 순위를 알 수 있다.

<그림 2>에서 替在經濟利益이 큰것은 첫째가 農業이고, 둘째가 建設의 順이다. White의 模型은 한 나라의 開發事業에서 氣象事業의 「替在役割」을 찾아 내는데 큰 도움이 된다.

氣象事業은 經濟開發엔진中的의 하나이다. 氣象開發엔진은 氣象을 「源」으로 하는 氣象資源을 가지고 「富」를 생산한다.

氣象事業의 GNP 증가에의 기여分은 「利로운 氣象因子의 開拓으로 얻어진 利益」과 「願하지 않은 氣象이 주는 災害를 事前에 방지하여 얻어진 利益」의 합이 된다.

우리나라 氣象事業에 대한 最適豫算을 참고로 Bernard의 公式를 써서 계산해 보았다. 이에 따르면 우리나라의 <氣象台豫算/最適氣象事業豫算>은 1980년에 40%, 76년에 25%, 72년에 20%이다. 이들 數字로 부터 氣象台 豫算은 氣象台에 주어져야 하는 最適豫算의 半을 밀돌고 있음을 안다. 그리고 氣象台 豫算과 國家 예산세출을 비교하여 보면, (氣象台/國家豫算세출)의 비는 1980년에 0.051%, 76년에 0.054%, 72년에 0.056%이다. 이들 값은 아세아 開發途上國家中에서 가장 低層의 그것들과 비슷하다.

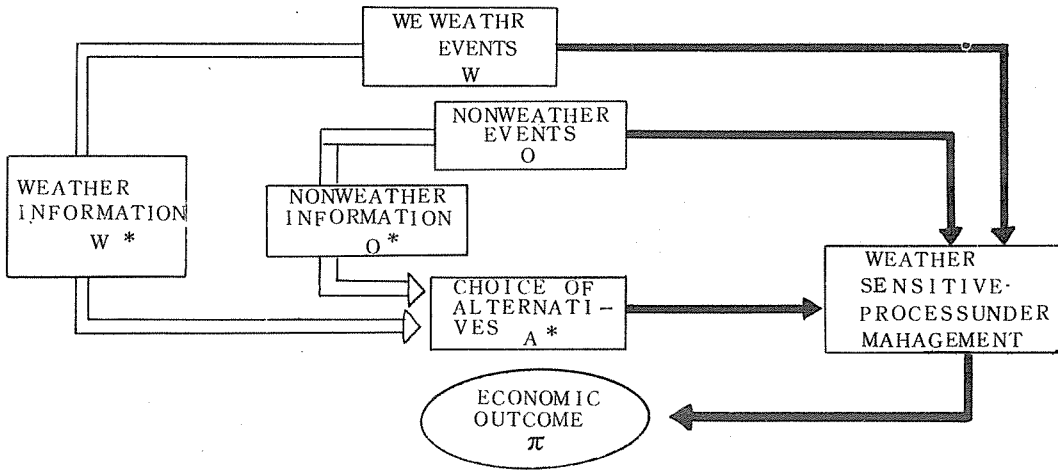
■ 特輯：氣象變化, 그 對策과 利用

開發途上國家에서는 氣候(象)資源의 개발을 上位課題로 삼아야한다. 이들 國家는 대개 氣候資源에 관심을 별로 쏟지 않는 상태에 있다. 그러므로 이 方面의 개발을 서둘러온다면 그의 성과는 크게 나타날 것이다.

◇ 끝맺음

이제까지 氣象學·氣象事業·經濟開發에 關係서 解説해 오면서, 3者는 하나의 「輪環關係」를 형성한다는 점을 例示하였다. 요컨대, 단 한 마디! monroeism을 버리고 상호 긴밀한 協助下에서 만이 각각 큰 성과를 거둘 수 있다.

<그림 1> 經濟出力, 代案選擇, 日氣非日氣間의 關係



<그림 2> 使用者群에 對한 替在經濟利益

