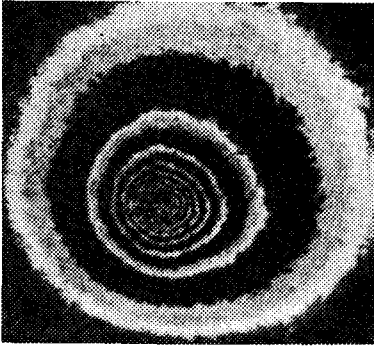


「핽리」彗星과 太陽흑점은 농작물 생산에 어떤 영향을 미치는가



◆암흑의 공간에 솜으로 만든 고리가 겹쳐 있는 듯이 보이는 이 핽리혜성은 캐나다 국립과학연구소 연구관들이 하와이에서 컴퓨터로 촬영한 것이다.

올해는 핽리혜성의 回歸年度이고 태양흑점의 극소기(極小期)이다.

핽리혜성은 긴 꼬리를 끌면서 타원형 궤도를 그리며 태양의 주위를 돌고 있다. 핽리혜성의 이번 회귀 중에서 태양에 가장 가깝게 접근하는 점(近日點)을 지나가는 날짜는 2월 9일이고, 이때의 거리는 0.59AU(Astrono-

mic unit: 지구와 태양간의 평균거리를 나타내는 天文單位)로서 1AU는 1.5×10^8 km이고, 光速으로 약 500초를 요하는 거리)이다. 또 핽리혜성이 지구에 가장 가깝게 다가오는 날짜는 4월 11일이며, 이때 핽리혜성은 지구에서 0.42AU의 위치를 지나가게 된다.

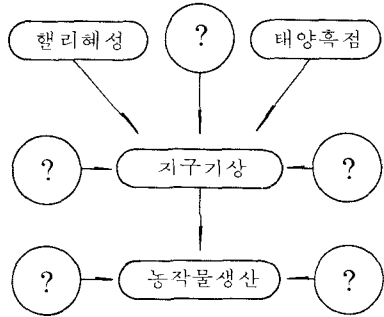
白 善 基
한국농촌경제연구원

태양흑점이 검게 보이는 것은 태양 표면온도가 흑점온도보다 낮기 때문

한편, 태양흑점은 태양광구(太陽光球)에 나타나는 검은 반점을 말하는데, 태양흑점이 검게 보이는 것은 태양표면의 온도가 6,000℃인데 비하여 흑점의 온도는 1,000~2,000℃가 낮기 때문이다. 그런데 태양흑점은 주기적으로 많아졌다가 적어진다. 이렇게 변화하는 주기가 약 11년이라는 것이다.

「헬리혜성」이 태양에 가깝게 오면 농작물 생산에 영향을 주는가?

헬리혜성이 지구와 태양에 가깝게 오면 지구의 기상에 이변이 일어나고 농작물생산에 영향을 주게 되는가? 아울러 태양흑점이 극소기에 이르면 지구기상과 농작물 생산에 어떤 영향을 미치게 되는가? 이와같은 물음은 있음직한 것이다. 그러나 이 물음이 옳은 것이라고 할 수 없을 것이다. 왜냐하면 헬리혜성과 태양흑점만이 지구기상에 영향을 미치는 변수로 작용하는 것이 아니고, 또 지구기상만이 농작물 생산에 영향을 주는 것이 아니기 때문이다. 그렇



〈그림 1〉 지구기상과 농작물생산에 영향을 주는 변수

다고 여기서 다른 여러 변수들을 끌어들이자는 것은 아니며, 또 그것이 가능한지도 모르는 일이다. 이같은 점을 고려하면 완전한 개방체제(open system)에서의 이론(理論)이란 존재할 수 없다. 그리고 소위 이론이라는 것은 영원한 가설(假說)에 지나지 않는 것이다. 따라서 여기서 검토되는 것들은 하나의 제한된 영역, 즉 폐쇄체제(closed system)에서의 논의(論議)에 불과한 것이다. 이것은 〈그림1〉에서 쉽게 설명된다. 물음표(?)속의 변수들도 분명히 지구기상과 농작물 생산에 영향을 미치게 되지만 그것들을 전부 고려의 대상으로 삼기에는 거의 불가능하기 때문에 논의의 대상에서 제외된다는 것이다.

할리彗星은 地球氣象 및 農作物 生産에 영향을 주지 못했다.

할리혜성이 지구의 기상과 농작물생산에 영향을 미쳤는가?

이 물음을 풀기 위해서는 과거에 할리혜성이 나타났던 때에 지구의 기상이 어떠했으며, 농작물 생산은 어떠했는가를 보는 것이 한가지 방법이다. 즉, 과거에 어떠했으니 앞으로 어떻게 될 것이라는 설명(說明)의 구조(構造)를 따르자는 것이다. 과학적 설명의 논리적 구조는 <표 1>과 같은 형식을 취하고 있다.

여기서 L은 사실 혹은 사건에 대한 기술, 관찰, 실험을 통해서 발견된 보편적인 규칙성을 나타내는 일반법칙이며, 이 법칙이 원인(C)과 결과(E)를 연결시켜 주는 것을 나타내고 있다. 만약 자연현상을 설명하는데 있어

서 일반법칙이 있으면 원인을 가지고 예측할 수도 있고, 결과를 가지고 원인을 설명할 수도 있다. 설명과 예측은 동일한 구조이기 때문이다. <표 1>에서 () 속은 예측에 해당된다.

그런데, 할리혜성이 나타나면 반드시 지구의 기상에 이변이 생기고, 흉년이 든다고 가정하면 설명의 구조는 다음과 같이 변형시킬 수 있다.

<표 2>에서 Lh는 가설에 해당된다. 만약 과거의 기록을 조사하여 이것이 사실로 판명되면 Lh는 일반법칙이 되는 것이다. 즉, 할리혜성이 나타나면 지구기상에 이변이 생기고, 흉년이 든다는 것이다. 그렇지 못하면 Lh는 일반법칙이 되지 못하므로 할리혜성은 지구기상이나 농작물 생산에 영향을 미치지 못한다.

이제, 우리나라의 삼국시대와

[표 1] 설명의 구조

- (1) L(일반법칙) : C 사건이 일어나면 E사건이 일어난다.
- (2) C(원 인) : C사건이 일어났다.
- (3) E(결 과) : E사건이 일어났다. (E사건이 일어날 것이다.)

[표 2] 할리혜성과 설명 구조

- (1) Lh: 할리혜성이 나타나면 지구기상에 이변이 생기고, 흉년이 든다.
- (2) Ch: 할리혜성이 나타났다.
- (3) Eh: 지구기상에 이변이 생기고, 흉년이 들었다. (들 것이다.)

고려시대 역사책에서 할리해성이 나타난 해에 기상이 어떠했으며, 농작물 생산은 어떠했는지를 보자. 조사대상은 할리해성이 나타난 전년, 당해년, 그리고 다음 연도의 기록에서 기상이변과 흉년에 관한 내용이다. 위 3년간을 조사한 결과, 기상이변과 흉년이 기록된 경우도 있었

다. 예컨대, 삼국시대의 기록을 보면 다음과 같은 내용이 발견된다.

음력 9월의 지진(서기 142년), 10월의 천둥과 지진(217년), 5월의 고기 섞인 비(雨魚, 373년), 3월의 흙비(雨土)와 4월의 가뭄 및 년간 기근(606년), 4월의 큰 눈(大雪, 683년), 무지개가 해를

[표 3] 할리해성 출현년도와 그렇지 않은 년도의 비교

할리해성 출현년도		할리해성 출현과 무관한 년도	
연도 (근일점 통과일자)	기상이변, 풍흉관계, 기타	연도	기상이변, 풍흉관계, 기타
66. 1. 25.	-	96	폭풍으로 큰 나무뿌리가 뽑힘
141. 3. 22.	지진	171	역병 발생, 지진 서리와 우박으로 곡식피해, 기근.
218. 5. 17.	10월 천둥, 지진	248	가뭄, 기근
295. 4. 20.	-	325	10월 천둥
374. 2. 16.	고기 섞인 비(雨魚)	404	-
451. 6. 28.	-	481	가뭄, 폭풍, 큰 눈, 기근, 백성 구제
530. 9. 27.	-	560	큰 물
607. 5. 15.	흙비(雨土), 가뭄, 기근	637	지진, 가뭄, 누런 꽃과 같은 비(雨黃花)
684. 10. 2.	큰 눈(大雪)	714	가뭄, 질병
760. 5. 20.	무지개가 태양을 꿰뚫고, 태양에 고리가 생김	790	가뭄, 지진, 7월 서리, 큰눈, 기근
837. 2. 28.	-	867	질병, 큰물, 곡식이 안 익음, 백성구제

※ 기상이변, 풍흉관계, 기타의 내용에 나오는 달(月)은 음력임.

깨뚫고 해에 고리가 생김(虹貫日 日有珥, 761년) 등이다.

그러나 할리해성이 나타난 전 후에 기상이변과 농작물 생산에 관한 기록이 전혀 없는 경우도 있다. 더우기 할리해성이 출현한 연도와 전혀 관계가 없는 한 해를 무작위로 선정하여 할리해성이 나타난 주기대로 같은 내용을 조사해 보면 앞의 내용보다 그 빈도가 많은 경우도 있고, 적은 경우도 있으며, 비슷한 경우도 있다.

할리해성이 근일점을 통과한 해에서 30년 후를 선정하여 전후 3개년에 있어서 지구기상의이변과 농작물 생산에 관계되는 내용을 조사한 것이 <표3>이다. 여기서는 공교롭게도 할리해성이 나타난 해보다 더 많은 기상이변과 풍흉에 관계되는 것이 기록되어 있음을 알 수 있다. 즉, 폭풍, 기근, 지진, 큰물, 계절에 맞지 않는 서리 등의 이변이 있는 것이다. 이것은 바로 반사실적조건진술(counterfactual subjunctive conditional statement)이 타당하다는 것을 말해 준다. 아울러 원인과 결과를 설명하는 인과성(causality)의 조건인 필연적 연결(necessary connection)이 되지 않는다는 것이다. 다

시 말해 원인(할리해성 출현)이 있었는데도 불구하고 결과(지구기상의 이변과 흉년)가 일어나지 않을 수도 있다는 것이다. 또, 원인사건이 없었는데도 결과사건이 생겼다는 것이다.

따라서 <표2>의 Lh가 사실이 아니라는 말이다. 즉, 할리해성이 나타난다고 해서 지구기상에 이변이 생긴다거나 흉년이 든다고 할 수 없다. 그러나 이것은 과거의 예로 보아 할리해성이 직접적인 영향을 미치지 못한다는 것이지, 할리해성 이외의 다른 요인들로 인하여 할리해성이 나타난 전후에 기상이변과 흉년이 들지 않는다는 것까지 비약할 수는 없다.

太陽黑点是 地球氣象 및 農作物生産에 영향을 미쳤는가

태양흑점 상대수는 태양활동을 나타내는 지표로서 1849년 울프(R. Wolf)가 그 계산방법을 제안한 것이 아직 통용되고 있다. 이 숫자는 쾰리히(Zürich) 천문대에서 관측, 발표하는 값이 세계적으로 사용되고 있다.

흑점상대수의 주기적 변동은 대략 11년(정확히 11.13년)이다. 흑점상대수의 변화모양을 그림으로 보면 아주 명확하게 그 주

기를 알 수 있다. <그림 2> 에서 1976년은 흑점의 극소기임과 동시에 태양활동이 쇠퇴했던 해이며, 1979년은 태양 활동이 활발했던 극대기에 해당된다.

그러면 이같은 흑점의 변화가 지구기상과 농작물 생산에 영향을 미쳤는가?

먼저 태양흑점의 변화와 지구기상과의 관계를 보자. 이에 대해서는 갈릴레오(G. Galileo)가 망원경을 발명하여 흑점관측이 가능해진 이후부터 많은 학자들의 관심거리가 되어 왔다. 1973년에는 NASA의 후원으로 미국, 영국, 소련, 서독, 네덜란드, 호주, 일본 등의 기상학자, 천문학자, 태양물리학자, 항공학자 200여

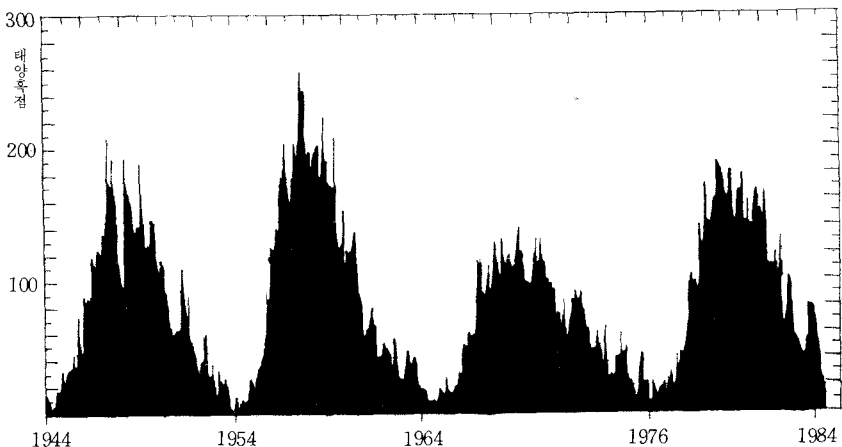
명이 모여 이에 관한 세미나를 개최한 바 있다.

물론 우리나라에서도 이에 대한 연구가 행하여졌다. 태양흑점이 강수량이나 기온 등에 어떤 영향을 미쳤는지에 대해 실증적 연구가 있는 것이다.

2년의 시차(時差)를 두면, 태양흑점상대수와 5년 이동 평균한 강수량과는 비슷한 곡선모양을 그린다는 연구결과가 있다.

서울의 동계기온 및 하계강수량과 태양흑점에 관한 연구에 의하면, 1900년대 이전에는 강수량의 주기가 태양흑점주기인 11년에 가까웠으며, 동계기온의 5개년 이동평균 곡선도 태양흑점 곡선과 비슷한 모양을 보였다고

<그림 2> 월별 태양흑점 상대수



한다. 그러나 1900년대 이후에는 서로 잘 대응하지 못한다는 것이다.

한편, 우리나라의 남부지방(대구, 부산, 전주, 목포)에서 태양흑점이 기온과는 밀접한 상관관계에 있지만 강수량과는 그렇지 못하다는 연구도 나와 있다. 남부지방에서는 태양흑점 극소기의 3~4년 뒤에 저온경향이 있고, 흑점 극대기의 3~4년 뒤에 고온경향이 나타난다는 것이다. 또 다른 연구결과, 태양흑점의 극소기나 극대기 전후에 가뭄과 수해 등이 일어나기 쉬운 경향이 있다고 하였다.

이같은 여러 연구결과를 종합해 보면, 가능성은 있으나 확실성에는 의문이 그대로 남는다. 더우기 태양흑점이 지구의 모든 지역에 똑같은 영향을 준다고 볼 수 없는 점을 감안하면 문제는 더욱 복잡해 진다.

이제 태양흑점이 농작물에 어떤 영향을 주었는지를 살펴보기 위하여 우리나라의 대표적 농작물인 논벼를 대상으로 태양흑점과 농작물 생산과의 관계를 보기로 한다. 이때 통일계통(統一系統)의 벼는 제외하였다. 가능한 동일계통(同一系統)의 품종을 대상으로 하여 변이를 줄이

기 위해서이다. 그러나 벼의 수량에 큰 영향을 미치는 것으로 생각되는 재배기술 개선이나 생산기반조성 등의 변이는 그대로 남게 된다.

벼의 10a당 수량과 태양흑점과의 상관분석 결과는 다음과 같다. 1910~1984년은 상관관계가 낮았고($r=0.3015$), 그중 1910~1954년에는 앞의 것보다 높은 상관($r=0.4449$)을 보였으나 이것에서 통계적 의의를 찾을 수 없다. 1955~1984년은 낮은 부의 상관($r=-0.2076$)을 보였다. 한편, 태양흑점의 극대기 및 극소기와 수량과의 관계는, 태양흑점이 극소기에 있을 때 높은 상관($r=0.8268$)을 보였다. 그러나 이것에 큰 의미를 부여할 수는 없다. 7개년에 불과하기 때문이다. 그리고 태양흑점이 극대기에 있을때의 상관계수($r=0.5338$)는 극소기에 있을 때보다 낮게 나타났다. 결과적으로 태양흑점 변화와 벼의 수량간에 무슨 영향을 찾을 수 없다.

따라서 과거의 추세가 그대로 계속되고, 또 벼가 농작물을 대표할 수 있는 것이라면 태양흑점이 농작물 생산에 영향을 미친다고 할 수 없는 것이다. 이것은 다음의 사실에서도 뒷받침된다.

1910~1980년간 대략 4.4년에 1회, 1925~1982년간은 약 3.5년에 1회 꼴로 기상재해 혹은 벼수량성의 주기가 있다는 것도 태양흑점 주기와 연결시키기가 어려운 것이다.

不確實性は 필요한 情報의 不足에 起因하며 해결은 어려워

헬리해성 출현과 태양흑점이 지구기상과 농작물 생산에 영향

을 주었는가? 앞에서 살펴 본 바에 의하면 그렇다고 할 수 없다. 그러면 올해는 어떻게 될 것인가. 과거의 추세대로라면 농작물 생산에 영향을 주지 못할 것으로 예측된다. 그러나 <그림 1>에서 ① 표시의 변수들이 어떻게 작용할 것인가가 문제로 대두된다. 여기에 불확실성이 있는 것이다. 이 불확실성은 필요한 정보의 부족에 기인하는데, 현재 인류 지식으로 이 문제의 해결은 어려울 것으로 생각된다.

환경보전 캠페인

※ 농약 빈병은 왜 수집해야 하나?

깨끗한 자연환경, 아름다운 농촌환경을 후손에게 물려주는 것은 우리 모두가 해야 할 일입니다. 논과 밭, 하천 그리고 수로 등에 함부로 버려져 있는 농약빈병은 자신은 물론 어린 자녀들의 손, 발을 다치게 하고 농촌 주변을 오염시키게 됩니다.

※ 농약 빈병은 이렇게 처리됩니다.

농약빈병은 “새마을영농회”별로 설치되어 있는 “농약빈병수집장”에 모아야 하며 여기에 모아 놓은 빈병들은 농약빈병 중점수집기간에 단협차량이 순회하여 수집하게 되며 농협 군지부에 모아 놓게 됩니다. 농협군지부에서는 그 지역을 담당하고 있는 제조회사에 연락하게 되면 즉시 수거하여 폐기하고 있습니다. 우리의 농촌은 우리 스스로가 지키고 보존해야 합니다. 농약을 사용하신후 빈병은 꼭 “농약빈병수집장”에 모아주시요.