

엘리뇨의 이해와 한국의 자연재해 (Understanding El Nino and Korean Natural Disaster)

신 현 석 (고려대학교 방재과학기술연구소 선임연구원)

1. 서 론

현재 9-10월의 강우는 영호남 전역에 걸쳐 모두 평년의 15%의 선에 그치고 있으며 저수율도 30 - 60%로서 올 가을과 내년 겨울에 걸친 가뭄과 그에 따른 피해가 예측되고 있다. 벌써 경남에선 낙동강 칠서 정수장의 수위가 취수 한계치 (0.8m)에 가까운 1.1m까지 내려가 생활 용수의 공급에 차질이 예상되고, 전주 시도 대성, 지곡 수계 수돗물을 쓰는 주민 6만여 가구가 격일제 급수에 들어갔으며, 통영, 거제 등의 도서 지역에서는 주민들이 20여일째 제한급수에 들어갔다. 생활용수의 부족 뿐만 아니라 보리의 파종 실적이 30% 가량에 불과하며 창령, 함안등에서의 무, 배추 및 월동 작물의 작황도 현저히 줄어들거나 줄 것이 예상된다. (한겨레신문, 11월 3일)

미 기상청 (U.S. NWS)의 보고에 따르면 올해와 가을을 고비로 내년 상반기까지 엘리뇨(El Nino) 현상이 계속될 것이라고 예측하고 있다. 각종 위성 자료

는 이번 엘리뇨가 지구의 1/3에 해당하는 지역에 이상 기후를 야기하고 있음을 보여주고 있다. 전통적으로 엘리뇨의 간접 영향권(여름저온, 겨울고온)에 든다는 동아시아 (중국, 한국, 일본) 지역도 이번엔 예외가 아닐 것 같다. 중국 북쪽은 가뭄으로 농지가 말라 가는 한편, 남쪽에선 홍수로 농작물 피해가 잇따르고 있다. 지난 달 일본은 막심한 태풍에 의한 피해를 겪었다. 우리나라도 예외는 아니다. 계속되는 만주와 북한의 가뭄도 엘리뇨의 영향이라는 미 기상청 (NWS)분석이 있었다. 한편, 지난 9월 태풍 울리와의 서향 현상은 극히 드문 현상이었다.

최근 들어 세계 각국에서는 엘리뇨에 따르는 기상, 해양, 및 수문 현상에의 영향과 예측 기법의 연구가 다각적으로 수행되고 있다. 이러한 엘리뇨의 이해와 그 영향의 분석은 미래에 닥쳐올 자연 재해를 예측하고 예방할 수 있게 하여 주어 그 사회적, 경제적인 피해를 줄일 수 있다는 점에서 매우 중요하다 본다. 그러나 아직 우리나라에서는 엘리뇨에 대한 정확한 이해뿐만 아니라 그의 자연재해에의 영향과 예측 기법의 연구가 미흡한 실정이다. 엘리뇨는 기상학적인 관점에서뿐만 아니라 홍수, 가뭄과 그에 따른 피해의 해석과 연계되는 수문, 수자원학적인 연구와 고찰도 병행되어야 할 것이다.

본 논문에서는 독자들에게 엘리뇨의 기본적인 원리 및 정의와 그와 연관된 기상 현상을 설명하며, 실제로 과거 엘리뇨 기간에 발생하였던 세계적인 사회, 경제적 영향을 조사하여 보고자 한다. 또한 국내에서 기존에 발생하였던 극심한 가뭄과 홍수 기록들을 조사, 정리하여 개략적으로 엘리뇨와 우리나라의 자연 재해와의 관련성을 검토하며 그를 토대로 앞으로의 관련 연구의 필요성과 그 방향을 제시하고자 한다.

2. 엘리뇨의 정의 및 기상

엘리뇨 현상을 이해하기 위해서는 먼저 평년의 바다 표면의 바람의 이동과 결과적인 해수 온도의 변화 그리고 먹이 사슬에 필요한 양분의 생성에 미치는 영향에 대한 이해가 필요하다. 두 지역 (갈라파고스섬부터 날짜변경선 넘어 적도부근 태평양 지역; 페루에서 에쿠아도르 남부 해안 지역)을 나누어 고려하여 보자.

적도를 따라 동쪽으로 부는 바람과 페루와 에쿠아도르 해안을 따라 부는 바람 모두 해표수를 끌고 이동한다. 그때 지구 자전의 영향으로 인해 이 해표수는 북반구에서는 북쪽으로 그리고 남반구에서는 남쪽으로 분리되어 흐르게 된다. 이 해표수가 이동함으로써 바다 밑으로부터 차고 양분이 많은 해수가 올라오는데 이를 용승(upwelling)이라고 하며 적도 부근이나 연안 부근에서 160 km보다도 좁은 범위 내에서 일어난다.

적도를 따라 부는 바람(무역풍)도 이러한 용승을 일으키는 데, 이 바람은 서쪽으로 따뜻한 해표수를 이동시키며 따뜻한 해표수와 찬 심표수의 경계인 수온약층(thermocline)을 해표면까지 상승시킨다. 이러한 용승 작용에 의해 올라온 물은 해수의 온도를 낮추며 이러한 현상은 남미지역으로 부터 적도를 따라 서쪽으로 퍼져나가게 된다. 이러한 용승 작용은 어류에 필요한 해수 내의 양분의 이동을 조절하고, 결과적으로 정상적인 해에는 서태평양의 인도네시아 연안의 해수면은 서태평양 에쿠아도르 연안 보다 약 0.5 m 정도, 온도는 8 oC 정도가 높아 지게 된다.

그러나 엘리뇨 해에는 평년과는 반대의 현상이 나타난다. 적도 부근의 무역풍의 약화는 적도를 따라 서태평양으로 이동하는 해류의 흐름을 약화시키며 이로 인해 동태평양에서의 용승 작용이 약해진다. 그 결과 차고 양분이 풍부한 해수가 바다 속으로부터 올라올 수 없기 때문에 동태평양 연안 남미 지역의 어업에 큰 지장을 주게 된다. 또한 적도 부근의 따뜻한 해수가 정체하게 되어 물의 온도가 상승하게 되며 해수면의 높이는 서태평양의 인도네시아 연안은 내려가고 동태평양 에쿠아도르 연안의 해수면은 높아지게 된다. 해수의 온난화는 바다 위의 대기중의 공기 또한 따뜻하게 만들며 이는 적도 지방을 따라 집중호우를 유발할 수 있는 두꺼운 구름을 형성하게 한다. 이러한 해수 온도의 변화는 일반적으로 서태평양상에 형성되는 강우 지역을 동쪽으로 이동시키며 이로 인해 동태평양 부근의 기압을 떨어뜨리고 반면에 서태평양 부근의 기압을 상승시키게 된다. 그림 1은 적도 부근에서의 평년과 엘리뇨 년의 이러한 해양-기상 현상의 차

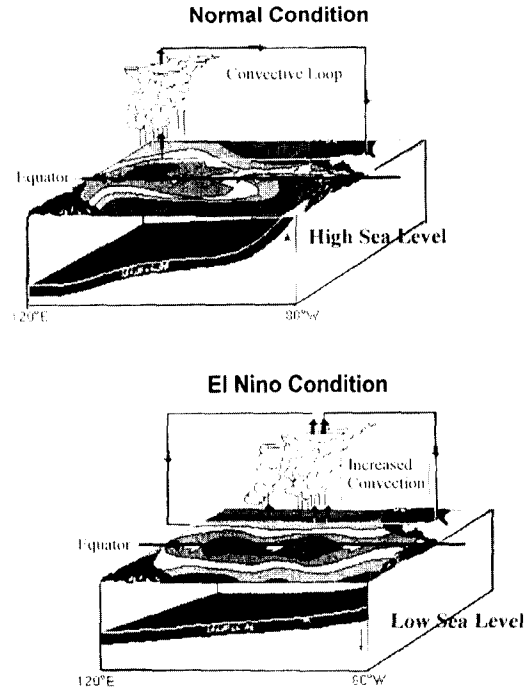


그림 1. 정상시와 엘리뇨 시기의 적도부근 태평양에서의 해양과 기상의 변화.

(이 그림에서 엘리뇨 시기의 (1) 동태평양 해수 온도의 상승, (2) 구름 형성 지역의 변화와 그에 따른 압력 분포의 변화, 그리고 (3) 동태평양 해수면의 상승과 서태평양 해수면의 하강을 표시하고 있다.)

이를 설명하여 준다.

이러한 엘리뇨는 16세기 이전부터 그 존재가 알려져 왔으나 그 기상학적, 해양학적인 연구가 시작된 것은 금세기부터라고 볼 수 있다. 이 현상은 성탄절을 주변으로 하여 최고에 달하므로 처음 목격하였던 어부들에 의해 "아기 예수(The Christ Child)"라는 의미로 엘리뇨 (El Niño)라 불리게 되었다. 이러한 엘리뇨는 그 주기가 불규칙하며 (보통 2년 또는 7년), 또한 그 강도나 지속기간도 불규칙한 비선형적인 자연현상으로 예측하기가 상당히 어렵다. 기록상으로 보면 엘리뇨는 14개월에서 22개월 정도 지속하나 이는 더 길어질 수도 짧아질 수도 있다. 엘리뇨는 일반적으로 어떤 해의 초기에 시작하여 다음 12월이나 1월중에 그 정도가 최고에 달하게 되나 같은 패턴을 가지고 발생한 적은 한번도 없다.

3. 엘니뇨-남방진동 (El Nino-Southern Oscillation, ENSO)

1920년대에 영국의 과학자 Gilbert Walker는 인도에서 아시아 몬순에 관한 연구를 위하여 여러 기상 및 해양 자료들을 수집하던 중 처음으로 남방진동 (Southern Oscillation) 현상을 발견하였으며 이는 엘리뇨 현상과 밀접한 관계가 있음을 알아냈다. 이 남방진동이란 적도 부근 동태평양 연안과 서태평양 인도네시아 부근의 기압의 시이소(seesaw) 현상으로서 평년에는 동쪽의 기압이 높고 서쪽의 기압이 낮으나 엘리뇨 중에는 그 반대가 된다. 보통 엘리뇨와 그때의 남방진동 현상을 ENSO(El Nino-Southern Oscillation)라고 한다. 이러한 ENSO는 SOI(southern oscillation index)에 의해 측정이 되는데 그 절차는 다음과 같다.

(1) 동태평양의 타이티(Tahiti)와 서태평양상 오스트레일리아 다아윈(Darwin)에서의 해수면 압력 SLP (Sea-Level Pressure)를 측정한다.

(2) 각 지점의 SLP 평균을 이용하여 각 지점의 편차(anomaly)를 아래와 같이 계산한다.

TA (Tahiti anomaly) =

$$\text{SLP at Tahiti} - \text{Mean SLP at Tahiti}$$

DA (Darwin anomaly) =

$$\text{SLP at Darwin} - \text{Mean SLP at Darwin}$$

(3) 각 지점의 SLP를 아래와 같이 표준화 (Standardization) 한다.

TS (Standardized Tahiti) =

$$A / \text{Standard Deviation of SLP at Tahiti}$$

DS (Standardized Darwin) =

$$DA / \text{Standard Deviation at SLP at Darwin}$$

(4) 표준화된 값들 사이의 표준편차 SD를 구하고 그를 이용하여 SOI (Southern Oscillation Index)를 아래와 같이 구한다.

$$SD = \sqrt{(\text{sum of } [(TS - DS)^2]) / N}$$

$$SOI = (TS - DS) / SD$$

N = 기록자료수

그림 2는 절차 (3)에 의해 1950년부터 1988년까지

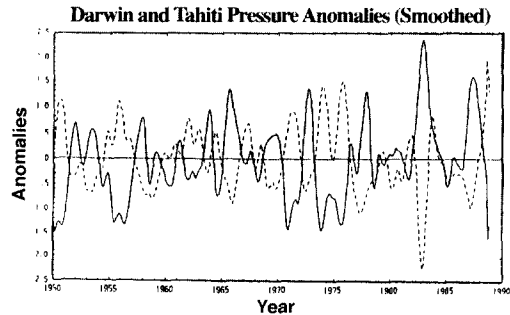


그림 2. 다아윈(온선)과 타이티(점선)에서의 해표면 압력(Sea Level Pressure)의 편차 (Anomalies)의 1950년부터 1988년까지의 시계열.

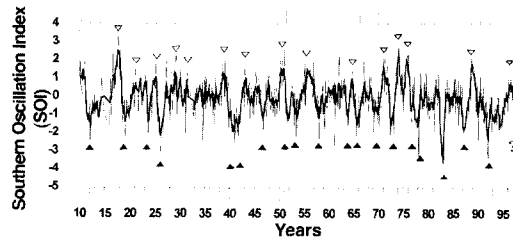


그림 3. 1910년부터 현재(1997년 9월)까지의 남방진동지수 (Southern Oscillation Index) 시계열.

지의 각 타이티와 다아윈 지점에서의 SLP의 편차값들 (TA와 DA) 을 보여주고 있다. 이 그림으로부터 다아윈의 SLP값이 증가할 때는 타이티의 SLP값이 감소하며 반대로 감소할 때는 증가하는 압력의 시이소 현상, 즉 남방진동을 볼 수 있다. 그림 3은 위의 절차에 의해 계산된 1910년부터 1997년(현재)까지 월 SOI값을 보여 주고 있다.

큰 음수의 SOI값을 갖는 시점이 엘리뇨 현상이 발생하였던 시점이며 그림 3에 검은 화살표로서 그 시점을 표시하고 있다. 그림에서 보듯이 1939년부터 40년대 초반까지의 SOI 값은 여러 해 지속적으로 음수의 값을 가져 극심한 엘리뇨 기간이었음을 알 수 있으며, 또한 1982-1983의 기간은 그 값이 최소를 기록하여 가장 극심한 엘리뇨 기간이었다. 최근 들어 1993 - 1994년에 걸쳐 지속적으로 엘리뇨의 영향이 있었음을 알 수 있다.

SOI가 높은 양수의 값을 가질 때(즉, 타이티 지점

의 SLP값이 다아윈 지점의 SLP값 보다 상당히 높을 때)를 라니냐 (La Nina) 라고 한다. 라니냐는 엘리뇨와 반대되는 현상으로서 이 또한 극심한 남방진동의 하나이다. 이는 엘리뇨와 반대된다는 뜻에서 "소녀"라는 스페인어에서 그 어원을 찾을 수 있다. 라니냐 시기에는 적도 부근 태평양의 해수온이 정상 온도 보다 낮아지고 이 영향은 서태평양 쪽으로 확산되며 종종 엘리뇨에 뒤따라 일어난다. 그림 3에서는 이러한 라니냐 시기를 하얀 화살표로 나타내고 있다.

4. 엘리뇨의 지구 전체에의 영향

ENSO는 여러가지 기상 및 수문 현상과 결부되며 이는 세계 곳곳에서 기상 이변과 그에 따른 막대한 경제적인 손실을 가져다주고 있다. 이러한 ENSO는 실제적으로 지구 전체의 기상-해양의 원격관련 (Teleconnection)에 의해 인도네시아나 페루 근해 태평양 연안의 국부적인 지역에만 그 영향이 미치는 것이 아니라 지구 전체 어느 곳이든 그의 영향이 미칠 수 있음이 밝혀지고 있다 (Glantz, 1994). 실제로 ENSO는 기상, 수문 현상 중 강우량이나 강우 패턴에 그 영향이 직접적으로 나타나며 그림 4는 1982-1983

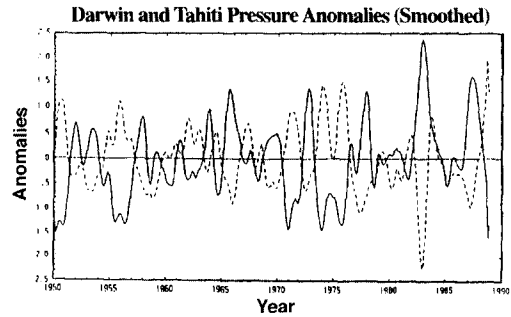


그림 4. 강우 편차의 분배 따른 1982-1983 엘리뇨 기간중의 자연 재해 구역

년의 엘리뇨 기간 중의 강우편차 자료에 근거한 세계 전역의 극심한 가뭄 및 홍수 지역의 분포를 보여 주고 있다. 그림에서 보듯이 이 기간 중 북동아시아, 인도네시아 주면, 오스트레일리아, 남미 대서양 연안, 중부 아프리카 지역은 가뭄에 의한 재해가 발생하였으며, 미주 서부, 남미 연안, 및 유럽 지역은 홍수에 의한 재해를 입었음을 알 수 있다.

1982-1993 엘리뇨는 경제적으로도 전세계에 막대한 피해를 주었는데, 가뭄 및 홍수에 의해 세계적으로 약 150억 달러의 직접적인 피해를 기록하였으며 약 1000 - 2000명의 사망자 수를 기록하였다. 표 1에 세계 곳곳에서 기록된 피해의 정도를 보여주고 있다.

특히 엘리뇨 기간 중, 세계 곳곳에서 가뭄에 의한 피해가 막대하였으며, 오스트레일리아, 인디아, 인도네시아, 필리핀 등의 서태평양 지역과 중남부 아프리카와 대서양 연안 중남미 아메리카 지역에 집중되었다. 그림 4는 1982 - 1983 기간의 엘리뇨에 의한 세계의 가뭄 분포 실태를 보여 주고 있다. 이 그림에서 보듯이 1982년의 중국 북동부와 한국 전역의 가뭄 또한 엘리뇨와 무관하지 않음을 알 수 있다. Ropelewski와 Halpert (1987)는 ENSO와 세계 곳곳의 강우

표 1. 전 세계의 1982-1983 엘리뇨에 의한 피해 상황 (The New York Times, 1983년 8월 2일)

지 역	피해원인	사회적 피해	피해 비용
미국 산악, 태평양 연안	집중호우, 홍수	95명 사망	11억 \$
하와이	허리케인	1 명 사망	2.3억 \$
북부 미국	집중호우	66명 사망	
쿠바	홍수	15명 사망	1.7억 \$
중앙 아메리카	가뭄		6억 \$
에쿠아도르 및 페루 북부	홍수	600명 사망	6.5억 \$
남미	홍수	170명 사망	30억 \$
오스트레일리아	가뭄, 산불	71명 사망	5억 \$
인도네시아	가뭄	40명 사망	5억 \$
필리핀	가뭄		4억 \$
남부 중국	홍수	600명 사망	6억 \$
인도	가뭄		1.5억 \$
중앙 아시아	한파, 설해	65명 사망	0.5억 \$
중, 남부 아프리카	가뭄		2억 \$
서부 유럽	홍수	5명 사망	2억 \$

패턴에 의한 가뭄과의 연관성을 연구하였는데, 그의 연구에 의하면 브라질부터 베네수엘라에 걸친 북동부 남미 지역이 가장 큰 상관 관계를 나타냈다. 이 지역은 17개의 ENSO 발생기간 중 16회의 가뭄을 기록하였다.

올해에도 세계가 엘리뇨의 영향권에 들어있다고 볼 수 있다. 1997년 4월 이후 현재까지 4개월간 열대 동태평양의 해수면 온도가 상승하여 지역에 따라 평년보다 최고 4°C 이상의 온도를 보이고 있다. 이번 엘리뇨에 의한 재해 및 그에 따른 피해가 세계 곳곳에서 보고되고 있다. 인도네시아의 가뭄은 최근 심각하게 문제가 되고 있는 열대 밀림 지역의 장기화된 산불을 야기하여 이 지역 대기의 온난화 및 오염에 큰 문제를 일으키고 있으며, 가뭄 피해로 인해 커피콩의 수확이 25%, 코코아의 수확이 10%나 감소될 것이라는 예측이 보고되었다. 또한 벌써 중국의 2,440만 ha 정도의 농지가 홍수와 가뭄에 의해 심각한 피해를 입었다. 여러 기상연구소의 보고에 따르면 이번 여름 미국의 북서부 지역 (Ft. Collins, CO)의 막대한 홍수에 의한 피해, 계속되는 아시아 일부 지역 및 아프리카의 남서부 지역의 가뭄, 페루 근해의 이상 고온 현상도 무관하지 않다고 한다.

5. 엘리뇨와 한국의 재해

현재 세계적으로는 엘리뇨와 각 지역의 기상, 수문 현상과의 원격관계(teleconnection)에 의한 재해의 예방에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 현 한국내에서는 이의 연구가 실질적으로 미흡한 현실이다. 일반적으로 엘리뇨에 의한 영향이 동아시아 지역에서는 적다고 알려져 왔으며, 이 지역에서는 여름철 엘리뇨에 의해 기온이 떨어지고 강수량이 많아지며, 가을철 강수량은 평년보다 줄어들고 겨울철의 기온이 높아진다는 막연한 외국의 연구에 의존하고 있다.

과연 엘리뇨는 한국의 수문학적인 재해, 특히 가뭄과 홍수에 어느 정도의 영향을 끼칠까? 이의 보다 정확한 연구를 위해서는 면밀한 과거의 자료의 분석에

따른 엘리뇨와 기상-수문간의 관계를 물리적인 모형이나 통계적인 모형에 의해 모의하여야 한다. 그러나 본 기사에서는 1911년 이후 한국의 재해 현황의 파악에 의해 그 모형화의 가능성 및 방향을 제시하고자 한다.

표 2의 두번째 컬럼에는 그림 3의 월 SOI자료를 이용하여 기록상의 1910년부터 1997년 현재까지의 엘리뇨라 정의되는 년도를 음영으로 표시하고 있다. 이는 년평균 SOI값이 상대적으로 낮은 해이다. 그림 3과 표 2에서 볼 수 있듯이 과거 87개년중 약 28개년이 엘리뇨가 발생한 해였다. 다음 기존의 가뭄에 관련된 여러 자료들을 토대로 하여 (내무부, 1995; 건교부, 1995), 한국의 가뭄의 정도를 보통가뭄년과 극심가뭄년으로 구분하였으며 그 발생 시기와 지역적인 분포를 세번째 컬럼에 기입하였다. 마찬가지로 큰 홍수가 있었던 해와 그 원인을 네번째 컬럼에 기입하였다. 1945년부터 1950년대 말까지의 기간은 자료의 부족으로 인해 그 명시가 곤란하였다.

표 3에서는 엘리뇨와 한국내 가뭄의 발생에 대한 결과를 보여주고 있다. 단순히 이 결과로 보더라도 엘리뇨년에 가뭄이 일어날 확률은 약 64%에 달하며 특히 기록상의 총 극심가뭄중에서 70% 이상이 엘리뇨기간에 발생하였음을 알 수 있다. 1900년 이후 우리나라에 막대한 피해를 준 가뭄은 1923-24, 1939-40, 1942-43, 1967-68, 1976-77, 1982-83, 1994-95년도에 발생하였으며 그 개략은 다음과 같다. 1923년과 1924년의 가뭄은 연속된 가뭄으로 그 피해가 전국적으로 극심하여, 모내기철에 약 60일 정도의 무강우기간을 기록하였다. 1939년에는 쌀이 평년보다 40

표 3. 한국에서의 엘리뇨와 가뭄 발생

1945-1960 제외 엘리뇨 발생년 수	TE=24개년
총 보통, 극심 가뭄 발생년 수	TD=25개년
엘리뇨 기간중 가뭄 발생년 수	DE=16개년
엘리뇨 기간중 가뭄 발생 확률	PD=DE/TE=64%
총 극심가뭄 발생년 수	TSD=14개년
엘리뇨 기간중 극심 가뭄 발생년 수	DSE=10개년
엘리뇨 기간중 극심 가뭄 발생 확률	PSD=DSE/TE=42%
극심 가뭄이 엘리뇨해에 발생할 확률	PDD=DSE/TSD=71%

일반기사

엘리뇨의 이해와 한국의 자연재해

표 2. 엘리뇨와 한국의 자연 재해 상황

년도	엘리뇨년	기록 가뭄	기록 홍수	년도	엘리뇨년	기록 가뭄	기록 홍수
1911	*****	극심 (전국)		1955			
1912				1956			
1913				1957	*****		
1914	*****			1958			
1915				1959			태풍(영동,호남, 1959.8)
1916		보통(강릉,청진)		1960			
1917				1961			
1918	*****	보통 (중부)		1962			호우 (순천, 1962.8)
1919				1963	*****		
1920			집중호우 (1920.7)	1964			
1921				1965			
1922				1966	*****		
1923	*****	극심 (전국)		1967		극심 (호남)	
1924		극심 (전국)		1968		극심(영호남)	
1925	*****	보통 (평안)	장마,태풍(1925.8)	1969	*****		집중호우(전국,1969.7과9)
1926				1970			태풍 (전국, 1970.7과 9)
1927				1971			
1928				1972	*****		집중호우 (중부, 1972.8)
1929		보통(영, 호남)		1973			
1930	*****	극심(전국)		1974			
1931		보통(영, 호남)		1975			
1932	*****	보통(남부,평안)		1976	*****	극심(경기,남부)	
1933				1977	*****	극심(전국)	
1934			장마 (1934.7)	1978			태풍 (서해안,1978.8)
1935				1979			
1936			집중호우 (1936.8)	1980			집중호우 (중부, 1980.7)
1937				1981		극심(전국)	
1938	보통 (전국)			1982	*****	극심(전국)	
1939	*****	극심 (전국)		1983	*****		
1940	*****			1984			집중호우,태풍 (1984.9)
1941	*****			1985			
1942	*****	극심 (전국)		1986			
1943		보통 (전국)		1987	*****	보통 (전국)	태풍, 장마 (중부, 1987.7)
1944				1988		보통 (전국)	
1945				1989			장마, 태풍 (경남, 1989.7)
1946	*****			1990			태풍 (중부, 1990.9)
1947				1991	*****		
1948				1992			
1949				1993	*****		
1950				1994	*****	극심 (전국)	
1951	*****			1995	*****	극심 (전국)	태풍 (중부, 1995.8)
1952				1996			
1953	*****			1997	*****	가뭄 예상 ?	
1954				1998	?	가뭄 예상 ?	

%가 감소될 정도의 대한발이었으며, 이 가뭄은 다음 1940년까지 지속되었다. 임오년 대한발이라 불리는 1942년 가뭄은 1943년 봄까지 계속되어 그 피해가 막심하였다. 1967년에는 호남 지역의 8, 9 월의 강우가 평년의 약 15 %에 불과하였으며 그로 인해 식수 및 농사에 막대한 피해를 주었으며 1968년에 이 가뭄은 영, 호남 전지역으로 확대되어 평년작의 15% 이상의 쌀 생산의 감수를 가져왔다. 1976년의 중부 및 남부 내륙지방에 걸친 가뭄은 뒤이어 1977년 까지 지속되어 전국적으로 그 피해를 가중시켰다. 1981년에는 봄 강우량의 감소로 인하여 5월 들어 저수지의 고갈이 시작되었으며 6월중 평균저수율이 평년 보다 약 20% 가량 감소되었었다. 이 가뭄은 1978년에도 지속되어 6월까지의 강우가 475 mm로 평년보다 183 mm가량의 부족한 상황이었으며, 그로 인하여 평년보다 약 34 %가 감소된 사상 최저의 저수율을 전국적으로 기록하였다. 1939년 가뭄 이후 최대의 가뭄으로 기록되는 1994년 가뭄은 남동쪽 지역을 제외한 전국에서 800 mm이하의 적은 강우량을 보였으며 1995년 가뭄으로 이어져 영, 호남 지역에 예년의 50-70 %의 강우량을 기록하였다. 계속된 가뭄으로 인하여 소양, 충주 등의 9개 다목적댐의 저수율은 30 %로 평년보다 40 %이상 낮아졌으며 용수 전용댐의 저수율도 25 % 수준으로 평년보다 15% 이상의 감소를 가져와 생활용수 및 농업용수 전반에 걸친 심각한 물의 부족을 가져왔다.

여기서 주목할 것은 금강과 영산강, 그리고 낙동강 중상류에 집중적이었던 67-68의 가뭄을 제외한 모든 기록상의 극심 가뭄 시기가 엘리뇨의 발생 시기와 일치하고 있다는 점이다. 이 결과는 표2와 그림 3에서 보여주듯이 극심 가뭄 해였던 1924-1925, 1939-1942, 1976-1977, 1982-1983, 1993-1995 기간은 SOI값에 비추어 볼 때, 극심한 엘리뇨가 발생하였음을 알 수 있다. 이 결과는 엘리뇨가 국지적이고 단기 간의 가뭄보다는 전국적이며 장기적인 우리나라의 가뭄에 더욱 직접적으로 영향을 준다는 것을 말하여 준다.

반대로 극심한 피해를 입었던 홍수의 기록을 정리

한 표 2는 엘리뇨와 한국의 홍수의 발생과는 큰 관련성이 없음을 보여주고 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 전 세계적으로 많은 기상 및 수문 학자들에게 관심이 되어온 엘리뇨 현상의 정의와 기본적인 원리에 대하여 소개하였다. 또한 엘리뇨의 발생과 남방진동과 같은 기상-해양 현상과의 관계를 살펴 보았으며 엘리뇨를 정의하기 위한 SOI (Southern Oscillation Index)값의 산정 방법을 소개하였다. 이어 과거 발생한 엘리뇨에 의한 자연재해로 인한 사회, 경제적인 영향을 간략히 기술하였으며, 더불어 과연 엘리뇨가 한국의 자연재해, 특히 가뭄과 홍수에 어떠한 영향을 주었는지를 검토하여 보았다. 결론적으로 한국에서는 엘리뇨의 영향이 홍수보다는 가뭄에 크게 나타났으며 실제로 막대한 피해를 주었던 '39, '76, '94등 극심 가뭄들이 직간접적으로 장기간의 엘리뇨가 발생하였던 때에 발발하였음을 알 수 있었다. 이 결과들은 엘리뇨와 한국의 강우 형태와 그에 따르는 가뭄의 발생과는 밀접한 관계가 있을 것임을 말하여 준다. 또한 엘리뇨와 그와 연관된 수문현상의 예측 기법의 개발은 장래에 닥쳐올 극심가뭄의 예방을 가능케 하여 줄 수있으며 이를 통하여 사회, 경제적인 막대한 가뭄의 피해를 줄일 수 있는 한 방안이 될 수 있을 것이다.

현재 고려대 방재과학기술소에서는 엘리뇨 및 한국의 자연재해와 관련된 많은 자료를 수집, 연구 중에 있다. 그 연구의 중심은 먼저 엘리뇨와 관련 기상, 수문 자료의 상관성 및 예측 가능성의 분석 및 검토에 있으며, 기존의 발달된 추계학(Stochastic)적인 또는 신경망 (Neural Networks)을 이용한 장기 엘리뇨-가뭄 예측기법의 개발에 있다. 이러한 연구의 절차를 아래와 같이 정리하여 보며, 앞으로의 많은 논의를 기대하여 본다.

(1) 전국적으로 가능한 기상, 수문 자료 (엘리뇨 관련: SOI, SST 등, 수문 관련: 강우, 유출량, 저수지 수위)의 수집 및 정리

(2) 공간-시간적(Spatio-Temporal) 엘리뇨-기상, 수문 현상의 통계학적인 상관 관계의 분석

(3) 전국적인 엘리뇨-재해 연관 분포도의 작성

(3) Palmer Index, Rainfall Index 등의 기존의 가뭄 지수들을 이용한 한국 가뭄의 정의 및 분류화 작업

(4) 추계학적(Stochastic) 또는 비선형 시계열 예측 모형인 신경망(Neural Networks)모형을 이용한 엘리뇨 또는 엘리뇨-수문 현상의 예측 기법의 개발

(5) 가뭄 예측을 통한 미래 가뭄의 구조적, 비구조적 대책 수립 및 엘리뇨-재해 방재 정책의 검토 및 제시.

〈참고문헌〉

건교부 (1995.12), "가뭄기록조사 보고서"

내무부 중앙 재해 대책 본부 (1995.12), "재해 극복 30년사"

Glantz, M., R. Katz, and N. Nicolls (1991), "Teleconnections Linking Worldwide Climate Anomalies", Cambridge University Press,

Cambridge

Ropelewski, C. F., and M. S. Halpert (1987),

"Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with El Nino-Southern Oscillation,

Monthly Weather Review, 114, 2352-62.