

〈特別寄稿〉

홍수기후의 지역화

The Regionalization of Flood-climate

金 郁 中*

I. 서론

문헌을 찾아봐도 전지구 규모로 홍수를 종관적으로 분류하거나 홍수기후 타입에 다른 지역화된 지도를 찾아 볼수 없는 현실이라고 사료된다. 그러므로 본고의 목적은 그러한 분류의 결과로써 홍수기후 타입에 따른 지도 작성을 시도하고 그 구조에 대한 기초를 미 버지니아대 환경과학팀의 기후-생태계시스템의 역학관계에서 다룬 연구 결과를 소개해 보고자 한다.

논리적이고 지구종관적인 홍수기후학을 하천의 홍수유출 빈도수와 그 유출량의 등급통계로부터 쉽게 개념이 구성되지않고 특히 집수지역 특성의 다양함으로 인하여 하계망 간에 그리고 하계망내에서도 홍수의 빈도와 등급(magnitude)이 변동하기 때문에 부분적으로 어려움이 생긴다. 이러한 가변성은 홍수를 일으킬수 있는 기후시스템의 다양성으로 인해서 더욱 복잡해지는 독특한 순환간격 스펙트럼을 갖는다. 이와같은 지형특성의 다양함을 지구 전체적인 규모로 지역화 할수는 없지만, 홍수의 기상학적인 원인 및 가능성은 분류 가능함으로 이를 지역화 시킬 수 있다. 그러므로 본고를 통하여 기상학적인 인과관계를 근거로한 홍수기후 구역이 상세히 기술될 수 있으며 따라서 지형특성에 근거를 둔 더욱 세분된 지역화도 가능해질 수 있다고 사료된다.

II. 홍수량 1차 보유자(Primary Reservoir of Floodwaters)

홍수발생의 주된 요인은 1차적으로 대기라 말할 수 있다. 즉 눈이나 얼음상태로 육지에 저장된 물은 2차 보유이다.

홍수의 가능성은 이러한 보유자가 가지고 있는 보유량 및 방출비율과 기간에 의존한다. 여기에서 제안하는 지역화 계획에서는 보유자가 가지고 있는 함유량에 먼저 초점을 맞추고 그다음, 보유자로부터의 방출과 관련된 기상학적인 메카니즘에 초점을 맞추기로 한다. 대기권이 포함하고 있는 물은 지구가 가지고 있는 전체수량의 0.001퍼센트($1.4 \times 10^4 \text{ km}^3$)에 해당하는 아주 적은 부분에 불과하다. (Baker et al., 1988).

전 지구가 보유하고 있는 물의 대부분은 해양에 저장되어 있고, (97.2퍼센트)나머지 2.8퍼센트가 극지방의 얼음이나 눈으로 혹은 지하수로 있으며 이가운데 다시 0.03%가 강이나 호수 그리고 대기에 남아 있게 된다. (Strahler et al., 1984).

이를 도표로 나타내어 보면 아래와 같다.

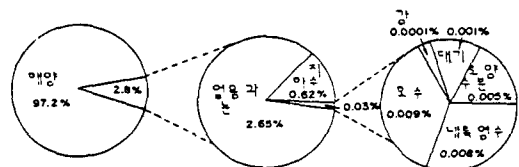


표 1 지구상의 수자원 권

* 하와이 대학교 지리학과(환경및 환경정책 연구 프로그램)

대기중에 있는 대부분의 물은 대류권계면(troposphere)내에있으며, 이 대기층 안에서 강수를 일으키는 과정이 일어난다. 열대에서의 대류권계면은 지상에서부터 17km높이에 이르고 극지방에서는 약11km에 이른다.

이와같이 대기라는 보유자의 실질적인 부피는 위도에 따라 감소한다. 평균 권계면 온도도 위도에 따라 하강한다. 따라서 기온이 증가함에 따라 공기의 포화증기압이 증가하기 때문에 수증기를 함유할 수 있는 대기의 용량도 감소한다.

더운 공기는 차가운 공기보다 더 많은 습기를 함유할 수 있다. 또한 증발은 온도를 변수로 하는 과정이기 때문에 주로 온도가 높은 저위도에서 대기로 수증기를 공급하는 순환작용이 활발하게 되어 대기 중으로 증발하는 물의 60퍼센트 이상이 북위30와 남위30도 사이에서 발생한다(Lamb, 1972).

역으로, 총 증발량의 약5퍼센트만이 위도 50도 이상의 고위도에서 발생한다. 이러한 위도에 따른 차이는 육지나 바다의 분포에 의해서 더 복잡하게 된다. 증발량 중 60퍼센트 이상이 바다에서 일어난다. 대기의 전체수량에서 볼때 활발한 대기순환으로 인하여 적도와 극 그리고 바다와 육지간의 차이가 감소되지만 그 차이가 없어지지 않는다.

대기라는 보유자 내에서 가용수량에 있어서 지리적인 가변성은 전체 물의 양이라는 매체(parameter)를 이용하여 평가할 수있다. 대기의 전체 수량은 대류권계면의 꼭대기까지 뻗친 공기층이 갖는 물의 양이 액체로 응결되었을 때 얻어지는 물의 깊이이다.

이 깊이는 겨울에 극대륙 지역에는 5mm정도로 매우 작은 반면 열대해상 지역에서는 연중 약 50mm에 달하는 것이 보통이다. 명백히, 공기가 수평이류, 수렴 및 상승하지 않는다면 양적으로 홍수를 직접 일으킬 만한 비는 결코 오지 않을 것이다.

(1) 순압 및 경압대기(Baroclinic and Barotropic Atmospheres)

지구의 대류권 계면은 경압과 순압의 광범위한 두개의 등급으로 분류될 수 있다. 그리고 이것의 차이는 다수 복합적이나 회전순환이라는 작용을 행하고 있다. 따라서 그 차이를 상세히 기술하는 것이 중요하다. 대기는 솔레노이드(solenoid)가 존재하면 경압이라고 한다. 압력 및 온도의 기울기가 교차할때 솔레노이드가 생긴다. 솔레노이드의 간단한 예는 냄비에 물을 가득 넣고 밑바닥의 외부 가장자리 둘레만 가열하는 현상에서 볼 수 있다. 이때 온도는 냄비의 중심으로 갈수록 그리고 냄비에 담긴 물의 표면으로 갈수록 하강한다.

한편, 기압은 유체정수역학(hydrostatic)의 관계에 의해서 위로 갈수록 하강한다. 온도 및 압력의 기울기가 교차하게 될때 순환이 시작된다. 냄비안에서 물은 냄비의 벽면주위에서 수위가 올라간다. 물은 중심을 향해서 흐르고 아래로 하강한 다음, 가장자리를 향해서 흐른다. 순압대기에서는 솔레노이드 순환의 경압상태가 대부분 존재하지 않는다. 온도와 압력 기울기는 매우 작고 거의 평행이며 따라서 솔레노이드 순환의 발달이 미약하고, 순환을 발생시키는 대체수단이 필요하다. 순압대기는 열대저위도 구역에서 경압대기는 상반되는 기단을 갖는 고위도에서 전형적인 것이다.

순압대기에서 밀도가 일정한 표면 위에서의 압력은 일정하며, 이러한 상태는 수평온도 기울기가 적은 구역에 널리 퍼져 있다. 그러므로 수평온도 기울기가 적기 때문에 풍속은 고도차에 커다란 변화가 없다. 따라서 순압대기의 특성은 수평온도 차이가 거의 없고 수직 윈드-쉬어(wind shear)가 매우 작다는 것이다. 그러나 표면가열이나 대류수렴때문에 또는 산악성 지형효과에 의해서 상승운동이 일단 일어나면, 순압대기에서 대류, 수직운동 및 강수를 일으키는 잠열이 방출된다.

수직운동은 순압 및 경압대기에서 응결 및 구름의 상승운동을 일으키고 순압대기에서는 높이에 따른 강한 윈드-쉬어가 없기 때문에, 상승운동은 거의 수직이다. 대류운은 상층의 강한 바람

에 의해서 전단 변형되지 않는 구름이 거대한 수직 굴뚝과 같이 발달한다. 두꺼운 대기층을 관통하는 대류가 가능해지고 강한 강우가 발생할 수 있다.

저위도 순압대기에서 전형적인 따뜻한 습윤공기는 거의 불안정한 경향이 있다. 상승운동은 온도하강, 응결 및 잠열의 발생을 일으키며 상승하는 기단은 밀도가 줄고, 주위공기보다 더 가벼워지기 때문에 주위보다 더 잘 뜨게 된다. 따라서 상승운동은 더 심한 상승을 초래한다. 저위도 순압대기의 전형을 이루는 것은 수직운동 및 윗방향으로 구름의 발달을 지원하는 이 자동대류이다. 표면층에서 작은 수직운동이 대단히 높은 적난운과 열대 대기의 특징을 이루는 깊은 대류를 발생시킬 수 있다. 이 적은 규모의 대류기둥이 순압대기의 기본적인 강우요소이다.

거대한 열대성 허리케인(태풍)조차도 대류성 구름 요소의 조직적인 구조 즉, 소용돌이(vortex)라고 볼수 있다.

고위도의 전형적인 경압대기에서는 밀도가 일정한 표면에서도 압력이 일정하지 않다. 따라서 수평적인 온도차이가 심하고 수평온도 차이의 정도에 비례해서 풍속은 높이에 따라 증가한다. 압력 및 온도표면이 교차점이 수평평면에서 솔레노이드 순환을 일으킨다. 그에 대한 반응으로 수평순환에서의 순환은 수직운동, 냉각, 응결 및 강우를 초래한다. 증위도 및 고위도 경압대기는 수평흐름의 유체역학(hydrodynamic)에 의해서 움직이며 이동직임은 또한 강우를 발생케 하는 수직운동을 지원한다. 그러나 강우물은 순압성대기의 깊은 대류과정에 의해서 발생하는 강우물에 비해서 심하지 않다. 이 차이는 경압기후 시스템의 수명에 의해서 상쇄되기 때문에 경압대기의 강우시간이 더 길다.

일반적으로 지구 대기는 저위도 순압대기와 고위도 경압대기부분으로 나뉜다. 두 대기간의 경계는 계절 및 종관시간에 따라 다르지만 대개 열대기단의 북쪽한계이다. 이제 홍수를 유발하는 강우의 지역화를 위해서 전체 대기를 강우과정에서 근본적으로 다른 추진력을 갖는 두개의 부분

으로 나눈다. 또한, 이 구분이 심하지 않은 강우가 오랜 시간 내리는 구역과 짧은 시간에 높은 강우를 보이는 것이 보통인 구역의 경계를 긋는다는 것에 주목하는것도 중요하다.

대기라는 보유자로부터의 방출은 순압 및 경압대기에 있어서 근본적으로 다르다.

그림 1은 1월과 7월의 25mm대기수량의 등고선을 보여준다. 순압조건이 발견되었으나 물의 양이 25mm이하인 북아프리카 구역을 제외하고 라인의 위치는 Lamb(1972)의 라인 위치를 따른다.

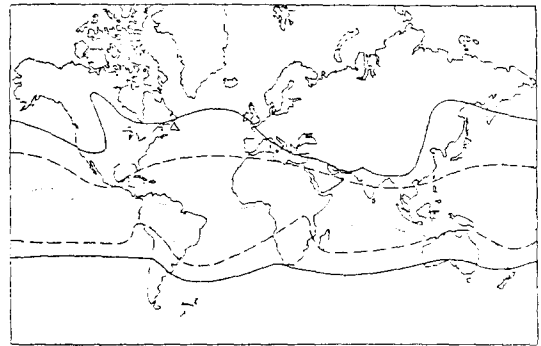


그림1. 홍수량의 일차 보유자: 저위도 순압대기 및 고위도 순압대기사이의 평균겨울(점선) 및 여름(실선) 경계·4개의 선은 Lamb(1972)의 선을 따르면 1월과 7월의 25mm대기수량 등고선을 나타낸다. 점선들은 ITCZ에 7월(위의점선)과 1월(낮은점선)위치이다(1970년 Atkinson 및 Sadler선을 따라서)(After Baker et al., 1988).

순압조건의 분포를 반영하기 위해서, 이 구역에서 등고선을 조정했다. 또한 그림1에 나타낸 것은 1월과 7월에 양 반구에서부터 수렴하는 무역풍이다. 적도 주위의 수렴대 및 구름대는 후술되는 열대수렴대(Intertropical Convergence Zone, ITCA)로 알려져 있으며 따로따로 취한 겨울과 여름의 25mm대기수량 등고선은 3개의 광범위한 구역을 정의한다.

1년내내 평균수량이 일반적으로 25mm이하인 고위도에는 항상경압구역이 존재한다. 증위도에서는 계절및 종관시간 규모에 따라서 순압 및 경

압조건이 번갈아 생긴다. 1월의 25mm등고선의 열대 해양성 공기와 순압조건이 북아프리카의 고원으로 유입하는 것 뿐만 아니라 또한 북반구 여름의 동아시아에 있어서 습윤공기인 온순유입을 명확히 나타낸다. 아프리카 북쪽에서 순압조건이 1월달 극반향 한계는 25mm등고선에 의해서 윤곽이 잘 잡히지 않는다. 북아프리카 상층부의 공기는 보통 순압이지만 25mm이하의 수량을 갖는다. 그림1에서 북아프리카 해안선을 따라 그려진 점선은 순압상태의 겨울 평균극방향 한계를 나타낸다. 이 때 이 점선은 Lamb의 25mm등고선으로부터 이탈한다(1972). 호주의 오지 및 북서 인도의 라자스탄사막 상층 뿐만 아니라 건조한 북아프리카 상층에 있는 공기는 이때 상당한 강우와 홍수를 일으키기에 충분한 습기를 가지고 있다. 그러나 응결 및 강우에 필요한 수직운동을 시작시키고 지원하며 지속시킬 기상학적 메카니즘이 없기 때문에 이지역들에서는 강우가 자주 발생하지 않는다는 것을 알아야겠다.

(2) 적도수렴대(Intertropical Convergence Zone)

기상학적으로 적도 및 적도 무풍대라 일컫는 적도 수렴대(ITCZ)는 북반구와 남반구에서 불어오는 바람의 수렴대이다. 그 지역은 수렴과 상승공기에 의해서 적도를 둘러싸는 구름대가 형성되며, 기상위성사진 (그림 3)에서 명확하게 대상으로 나타난다.

적도 수렴대와 그로 인한 강우대는 매년 규칙적으로 남과 북으로 편위되었으며 ITCZ의 매일 매일의 위치 및 움직임을 정확하게 예측하기는 어렵다. 북반구의 여름은 최북단에, 남반구의 여름은 최남단에 ITCZ가 위치한다. 이와같은 현상은 ITCZ의 위치가 위도 상으로 변하기 때문에 대부분의 열대지역에 걸쳐서 강우의 계절성이 현저하게 나타난다.

ITCZ가 계절에 따라서 남북으로 이동하는 지역인 열대지역은 일반적으로 열대습윤지역을 대부분 감싸고 있으나, 동아프리카와 아라비아 반도 남부해안에서는 수렴의 강도가 종종 약해서

상승운동이 미약하고 강우도 적다. 열대지역 내에서 고원이 존재할 경우 지형조건에 의해서 대기의 상승운동이 촉진되어 많은 양의 비가 올 수 있다. 예를들면, 인도의 Cherrapunji에서는 약 100시간동안에 2,500mm(100인치)의 비가 내린 기록이 있다(1876년 6월). 나일강의 범람을 일으키는 대부분의 비는 북반구의 여름동안에 ITCZ가 북향하여 지나갈 때 에디오피아 고원에 내린다. 수렴이 약하거나 북쪽으로 멀리 침투하지 못하는 해에 가뭄이 드는 것으로 나타나 있다. 1981-1985년의 대가뭄 및 기아는 이 지역에 존재할 것 같지 않았던 ITCZ의 변덕스러운 내력에 있어 하나의 일화를 남기고 있다.

남미해안에서 ITCZ의 정상적인 계절적 편위는 단지 위도 몇도에 지나지 않기 때문에 주로 콜롬비아와 에쿠아도르에 한정된다. 그러나 엘니뇨의 해에는 ITCZ와 따뜻한 열대의 바닷물이 해안을 따라 남으로 내려온다. 강한 수렴성 강우가 이때 남미의 끝인 페루해안까지 내릴 수 있다. 엘니뇨의 해에 페루에서는 홍수가 일어나는 것이 보통이다.

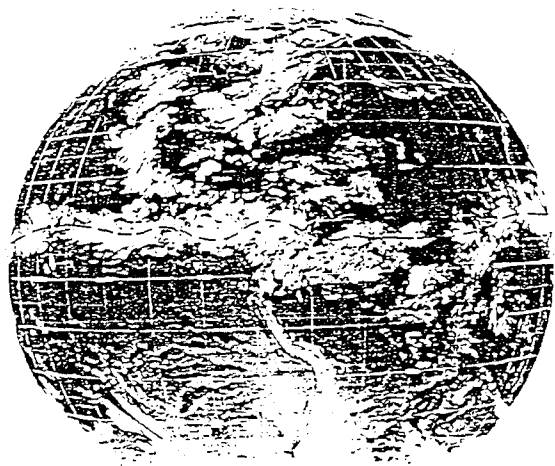


그림 2. 1975년 7월 21일 ITCZ. 단속선은 가장 밝은 구름 덩어리의 축을 따라서 있다. 이 사진은 적외선 영상사진이고, 가장 높고 차가운 구름꼭대기는 가장 밝게 나타난 구역이다. 강한 수렴구역이 확실하게 보인다.

Ⅲ. 홍수량의 2차 보유자(Secondary Reservoir of Floodwaters)

보유자로부터 발생하는 홍수는 덮힌 눈의 양과 녹은 물의 유출률 및 빙도수에 의존한다. 그린랜드 및 남극같은 지역에서는 영구히 눈과 얼음이 덮여있고 눈과 얼음이 녹는 여름의 유출은 홍수를 일으키기에는 부족하다. 또한 겨울에는 눈이 덮히고 봄에는 녹는 지역이 있지만, 덮힌 눈의 양이 부족하기 때문에 홍수가 일어나지 않는다. 캐나다 및 아시아의 넓은 구역이 이 범주에 속한다. 그러나 다른 많은 고위도 지방의 육지는 충분한 눈으로 덮여있어서 봄에 눈이 녹으면 매년 홍수가 발생한다. 계절적으로 경압이라고 불리는 지역에서의 눈의 두께는 종종 상당한 양이지만 일시적인 것이다.

더우기, 눈이 녹는것은 폭풍설 다음에 오는 폭풍우와 종종 관련되어 있어 순식간에 거대한 양의 물의 방출을 초래한다. 겨울과 봄사이에 이 지역에서 홍수가 일어나는 것은 흔히 있는 일이다.

항상 경압이거나 계절적으로 순압인 지역의 홍수는 종종 홍수량의 2차 보유자의 방출과 관련되어 있다. 여기에서 다음기준으로 위에서 논의한 몇개의 지역이 분류된다. (1) 영구히 얼음으로 덮힌 지역, (2) 50일 이상 10cm 이하의 두께로 겨울에 눈이 덮힌 지역, (3) 50일 이상 50cm 이상의 두꺼운 눈이 덮힌 지역, 그리고 (4) 10에서 50일 사이동안 눈이 덮힌 지역. 그림 3은 각각의 4개 등급의 지리적인 범위를 보여준다. 산악 및 섬과 관련된 얼음 및 눈에 대한 자세한 내용은 생략한다.

(1) 홍수기후 구역

홍수기후 구역은 그림 1, 2, 3을 종합하여 찾아낸다. 종합적인 홍수기후 구역은 그림 4에 나타나 있다.

1차보유자는 대기순압성 (T)이거나 대기경압성 (C)로 특징지을 수 있다. 이 상태는 일년내내

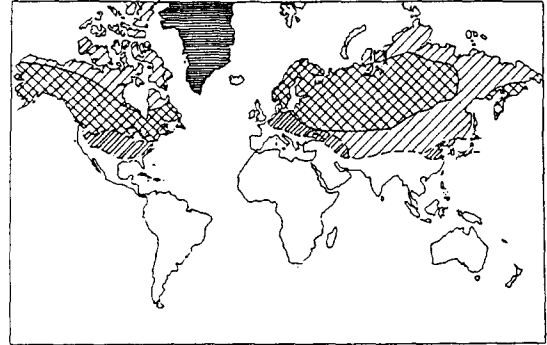


그림 3. 홍수기후 지역구분: 홍수량의 2차 보유자. 수평으로 선을 그은 지역은 빙하이다. 교차선이 그려진 지역은 계절적으로 최소한 50일동안 눈이 덮히고 총 강설량도 최소한 50cm가 되는 지역이다. 넓은 간격으로 사선을 그은 지역은 최소한 50일동안 눈이 덮히나 총 강설량이 50cm이하되는 지역이다. 좁은 간격으로 사선을 그은 지역은 눈이 덮힌 날이 50일 이하 지역이고 강설량이 10cm이상되는 지역이다. Lamb 테-타(1972). 산악 지방에서의 강설 및 눈의 두께는 무시한다.

존재할 수 있고 즉 영구적(p)일수도 있고 또는 계절적 (s)으로 존재할 수도 있다. 순압조건이 존재할 때 보유자로부터의 방출은 열대수렴대(z), 종관규모적으로 조직적인 대류활동(o) 또는 개개의 폭풍과 같은 비조직적인 대류활동(u)에 기인할 수도 있다. 경압대기에서 대기라는 물의 보유자로부터의 방출은 저기압 및 전선때문에 일어난다. 이러한 시스템은 일년내내 (p) 또는 어느 한 계절 (s)동안에만 존재할 수 있다. 강우의 세기 및 전체 강우량이 보통인 고위도에서 지상에 쌓인 눈 (s)과 그로인한 방출이 주요한 홍수 메카니즘이다. 겨울동안 눈이 쌓이고 봄에 눈이 녹을때 기호(s)가 사용되고 계절적으로 눈이 녹고 홍수가 일어난다는 것을 나타낸다.

쌓인 눈이 주기적으로 겨울에 방출될 때, 기호(e)을 사용하며 이것은 보유자가 가진 눈이 금방 녹는다는 것을 나타낸다. 눈이 쌓이는 겨울의 막바지에서 홍수가 일어날 가능성은 눈이 덮힌 두께에 의존한다.

눈의 두께가 충분한 (50cm이상) 지역은 두개의 별표 (**)로써 눈의 두께가 50cm이하인 지역은 1개의 별표 (*)로써 표시한다.

(2) 홍수기후지역 기술

Tpz.지역-이지역에서는 영구적인 순압상태가

Tsz.지역-Tsz에서 강수의 계절성은 두가지이다. ITCZ는 1월에 최남단 위치에 도달하기 때문에 일년중 어느 시기에만 존재하며 이 때는 우기가 된다. ITCZ가 최북단에 도달하고 6개월후, 25mm를 초과하는 대기수량에 정의된바와 같이 순압조건은 사라진다. 이러한 건기중에는 개별

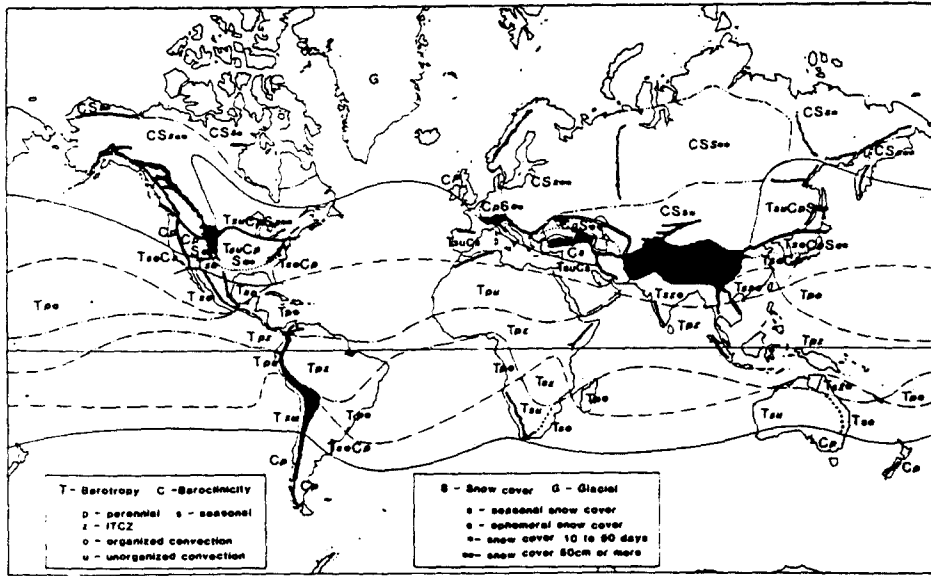


그림4. 세계의 홍수지역 : 범례는 기호로 표기한 문자의 의미를 나타낸다. 실선은 여름에 있어서 순압상태의 극방향 한계를 나타내고, 단속선은 겨울의 한계를 나타낸다. 단속=점선은 ITCZ의 1월과 7월 위치이다. 점선은 눈이 덮힌 날이 10일이상 되는 지역의 적도방향 한계를 나타낸다. 이중 실선은 눈이

덮힌날이 50일이 ● 덮히고 50cm이상 눈이 오는 지역을 표시한다. 그물실선은 북미 지역에 있어서 전선 저기압의 정도방향의 한계를 나타낸다. 검게 표시한 지역은 주요 산악지방을 나타낸다(After V.R. Baker et'al., 1988).

존재하고 열대수렴 구역이 강우를 시작하는데 필요한 상승운동은 제공한다. ITCZ는 남북으로 이동하기 때문에 보통 건기와 우기가 있다. 이 계절성으로부터의 예외는 콜롬비아의 남미서부 해안을 따라서 생성한다. 여기에서 ITCZ의 남북편위는 작고 일년 중 매달 비가 온다. 이 열대수렴대는 지구둘레에 걸쳐 있지만 열대수렴대의 활동이 모든 경도에 걸쳐 똑같이 활발하지는 않기 때문에 경도에 따라서 강수량에는 차이가 있다.

적인 대류성 폭풍도 흔치 않다.

Tsz는 남부 아프리카에서만 생기며 지구의 비슷한 지역과는 달리, 이 지역은 무역풍대 그리고 편동과 열대성 폭풍같은 조직화된 기상장애(disturbances)와는 멀리 떨어져 있다.

Tszo.-Tsz와 마찬가지로 이 지역은 대기라는 물의 보유자로부터의 방출에 있어서 계절성이 현저하다. 대류권 수량이 겨울에는 25mm이하로 떨어지므로 계절적으로 순압인 상태가 되며

Txao지역은 ITCZ 겨울 편위의 극쪽이다.

그러나 남부 또는 남부중앙 아프리카의 Tsz 지역과는 달리 Tszo 구역에서는 조직화된 대류 시스템 즉 무역풍에서의 편동과와 열대성 폭풍에 의해서 많은 비가 온다. Tszo 지역은 남동아시아, 인도대륙 및 북부 호주에서 발생한다.

Tpo.-Tpo 지역은 연중 순압이고 TICZ 계절적 한계의 극쪽이다. 홍수를 일으키는 강수는 대류성 요소의 조직화된 시스템 즉 무역풍에서의 편동과와 열대성 폭풍에서 발생한다. Tpo 지역은 무역풍대 내에 있고 산악지형에 의한 상승운동의 강수촉진과 가열된 지면은 강수의 시작과 홍수에 있어서 중요하다. 대양에 있는 많은 섬들이 Tpo 지역에 속한다. 이 지역에서 일중 태양에 의한 가열이 중요한 원동력이기 때문에 강수에 있어서 강한 하루의 주기가 있는 경향이 있다. 대부분 오후 늦게나 일몰 직후 비가 많이 내린다.

Tpu.-Tpu 지역은 연중 순압이다. 그러나 Tpo 지역과는 달리 편동과나 열대성 폭풍이 흔치 않거나 없다. 대류성 요소는 보통 별개의 것이거나 개별적인 폭풍이다. 이들 지역은 일반적으로 반건조기후이거나 건조기후이고 하천은 흐르다가 말라버리고는 한다. 그러나 Tpu 지역에서 산악지형은 중요한 요소이다. 이들 지역에서는 갑작스런 조건이 홍수를 유발할 수 있다. 페루 해안의 Tpu 지역은 수십년 동안 홍수를 유발시킬 정도의 충분한 비가 오지 않다가도 ITCZ가 예상 밖으로 남쪽까지 멀리 이동하면 심한 홍수가 진다. 더운 바닷물과 ITCZ가 페루해안을 따라서 남쪽까지 뻗치는 엘니노 해에 이런 현상이 가장 잘 일어날 가능성이 있다. 북아프리카의 대부분과 사우디아라비아의 남부를 차지하는 Tpu 지역에서는 여름에 ITCZ가 예상 밖으로 북쪽으로 편위되어서는 또는 겨울에 전선 저기압에 의해서 드물게 비가 온다. 이런 흔치 않은 사건이 생길 때 지형이 이러한 강수를 조절할 수 없기 때문에 상당한 홍수가 생길 수 있다.

Tso.-Tso 지역은 계절에 따라서 순압이거나 경압이다. 일년 중 순압기간 동안 편동류와 열대성 폭풍은 홍수를 유발시키는 확률이 가장 높은 방출 메카니즘이다. 일년 중 경압기간 동안 전선 저기압이 홍수를 유발시키는 강수의 공급자이다. Tso 지역은 일반적으로 건조 또는 아건조기후이고 열대성 폭풍에서 생길 수 있는 많은 강우를 잘 조절할 수 없다. 캘리포니아만과 호주의 중앙 동부해안이 Tso 홍수기후 타입의 2가지 예이다.

Tsu-Tso 지역과 마찬가지로 Tsu 지역도 순압(여름)이고 경압(겨울)이다. 연중 순압기간 동안 때때로 산악지형에 의해 발달하는 개별적인 폭풍으로부터의 강수가 강수의 주공급원이다. 겨울의 경압기간 동안, 전선과 저기압에서 적당한 비만 온다. 이 지역은 건조기후이고 폭풍이 홍수의 주요 원인이 된다. 이 지역에서 폭풍은 가열된 지면 위와 이 지역을 통과하는 전선을 따라서 발생한다. 중앙 호주와 칠레해안 및 페루지역이 이러한 타입의 홍수기후지역이다.

TsoCp.-이러한 타입의 지역은 여름에 순압이 우세하지만 전선 및 전선저기압이 연중 발달 존재한다. 이지역에서는 열대성 저기압도 흔히 있다. 미국 동부의 산록 및 해안 평원이 한 예이다. 여름의 순압성 폭풍은 종종 전선시스템과 연관된다. 중위도의 대류성 집단, 통합된 폭풍 및 심한 우박 및 토네이도를 발생시키는 폭풍이 이 지역에서 자주 생긴다.

이 지역에서 전선저기압은 열대지방의 습윤공기를 보통 함유하기 때문에 강한 강수를 초래한다. 강수확률이 높을 수 있고 연속으로 생기는 수가 있다. 연중 모든 계절동안 홍수가 발생한다.

TsoCs.-이 지역의 예는 남부 캘리포니아 및 바하부부, 멕시코에 국한된다. 이 해안지역은 여름에는 순압상태가 되고 열대성 폭풍의 영향을 받는다. 흔치는 않으나 강도가 매우 센 여름홍수

가 이들 열대성 폭풍에 의해서 생기는 수가 있다. 그렇지 않으면 태평양에서부터 저기압이 보통 캘리포니아 해안을 따라 오는 겨울에만 홍수가 생긴다. 열대성 폭풍이 없다면 이 지역은 지중해 지역 및 호주의 남서해안과 마찬가지로 TsuCs로 분류되었을 것이다.

TsoCpSe*.-이 지역은 인접하는 TsoCp 지역의 모든 속성을 가진 외에 일반적으로 단기성이며 겨울 홍수를 초래할 수 있는 겨울눈이 쌓이는 속성도 갖는다. 이 지역에서 열대성 폭풍도 흔히 있고 심한 홍수를 유발시키기도 한다. 블루리지 산맥 동쪽의 높은 산록지대 남 극동아시아가 이 범주에 들지만 지도에 나타낸 다른 지역과 비교해서 지역이 좁다. 그림 4를 주의깊게 보면 점선과 뉴저지, 펜실베이니아, 메릴랜드, 버지니아 및 북캐롤라이나 산맥 사이에 있는 좁은 띠로 나타낸 지역이 TsoCpSe*로 분류된다.

TsuCpSe*.-이 지역은 열대성 저기압이 드물거나 없다는 것의 제외하면 TsoCpSe*와 비슷하다. 이 타입의 지역의 한 예가 로키산맥 동쪽의 미국 중부이며 미국동부의 초원 및 대부분의 활엽수림을 포함한다.

TsoCpSe*와 마찬가지로 이 지역에는 홍수를 유발시키는 다양한 기후시스템이 있다. 소실된 허리케인의 남아있는 세력이 이 지역에 들어와서 전선과 연결된 가능성이 있지만 이것들은 이 지역에서 남쪽의 습윤공기와 맞닿고 있는 전선저기압과 조금 다르다. 모든 계절에 홍수가 일어난다. 이전의 폭풍에서 온 눈이 새로 비가 와서 녹을 때인 겨울에 홍수가 날 수 있다.

TsuCpSe*.-이 지역도 겨울눈이 보통 녹지 않고 겨울홍수를 일으킨다는 것을 제외하면 TsoCpSe* 지역과 비슷하다. 그러나 겨울이 끝날 때 매년 홍수가 날 가능성이 있다. 지역적인 예를 중국 동부에서 찾을 수 있다. 눈이 많이 덮히지 않았기 때문에, 봄 홍수가 심하지는 않다.

저위도에서 온 습윤 순압기괴는 지역 홍수를 일으킬 수 있는 여름 폭풍에 습기를 제공하며 또한 여름의 전선 저기압에서 더 많은 강수를 내리게 하는 습기를 제공한다.

TsuCpSs**.-이 지역에서 겨울 눈의 두께는 상당한 봄홍수를 초래한 정도로 충분하다. 연중 전선과 저기압이 발생한다. 여름 동안, 순압상태 및 격렬한 대류성 폭풍이 때때로 발생한다. 이 타입은 따뜻한 열대성 해양 습윤공기가 캐나다 안으로 깊게 침투하는 북미에 국한된다.

Cp.-이 지역에서, 연중 경압상태가 존재하고 전선 저기압성 강수로 인해서 홍수가 발생한다. 이들 폭풍의 빈도는 계절성이 있지만, 이 빈도는 겨울에 가장 크다. 이들 폭풍은 연중 매달 발생한다. 이 지역은 대륙의 서쪽 가장자리의 중간 고위도에서 발견되며 차가운 해양지역에서 온 비교적 습한 공기와 접하고 있다. 대부분의 이들 지역에는 산맥이 있고 홍수발생을 위한 충분한 강우나 산맥에 쌓이는 강설을 발생시키는데 있어서 산악지형에 의한 강수촉진은 중요한 요소이다. 이들 지역은 온난한 바다와 근접해 있으므로 겨울에도 기후는 심하게 춥지않고 산맥을 제외하면 강설이 드물고 빠리 녹는다.

CpSe*.-Cp 지역과 마찬가지로 이 지역은 연중 경압이고 전선 저기압에서 강수가 발생한다. Cp 지역과는 달리, CpSe* 지역은 겨울에 상당히 춥고 강설이 있는데 이 눈은 녹을 때 겨울 홍수를 초래하기도 한다.

지대가 높은 CpSe* 지역에서 겨울동안 눈이 쌓여서 고원지대에서부터 봄홍수가 보통 발생한다.

CSs**.-이 지역은 영구 경압지역이지만 전선 저기압에 의한 강우율이나 기간은 항상 적당하다. 강수율이 낮은 것은 대부분 대기 중 습기의 공급이 부족하기 때문이다. 순압지역으로부터의

습윤공기 공급이 드물다.

저기압에 의한 경우는 일반적으로 심하지 않으며 거의 홍수를 유발시키지 않는다. 이 지역에서 많은 저기압의 효력은 강설의 축적에 의해 합해 질 것이 분명하다. 강설량은 상당하고 눈이 덮힌 계절이 길다. 홍수는 봄에 눈이 녹는 것과 관련 되어 있다.

CSs* - CSs**와 마찬가지로 조건은 영구경압이지만 강설이 쌓이고 또 쌓이지 않으면 저기압은 홍수를 발생시킬만한 충분한 비를 내리지 못한다. 그러나 CSs* 지역에서는 총 강설량이 많지 않다.

고위도의 증발이 작은 이러한 타입의 지역에서는 봄에 눈이 녹으면 툰드라에 물이 고이게 되나 하천에 의한 범람은 거의 없다.

중양 아시아의 CSs* 지역은 봄에 눈이 많이 녹지 않는다. 이 지역은 건조기후이고 잘 발달된 저기압처럼 폭풍이 드물게 발생하지만 폭풍이 홍수의 주요 원인이다. 중양아시아의 이 지역에서는 금방 마르는 하천이 대부분이다.

결 론

홍수기후 지역은 대기 및 육지에 있는 가능한 홍수량에 근거를 두었고 또한 대기라는 보유자로부터의 방출을 초래하고 지상의 눈과 얼음이라는 보유자에 수증기를 공급하는 기후시스템에 근거를 두었다. 지형적으로 강수를 촉진시키고 눈으로 물을 저장하는 경향이 있는 산맥의 존재는 홍수기후 구역 분포의 위도 경도상의 대칭성을 곤란하게 만든다. 그럼에도 불구하고 이 지역들은 홍수발생의 경우, 습기 기여도의 종류 그리고 정의된 지역의 수자원이라는 면에서 볼 때 내적으로 균일해야 한다.

본 연구의 목적은 지구 규모로 일관성있는 홍수의 개관을 전개하자는 것이었다.

이러한 점에서 본 연구는 종종 이용되는 지구 기후도, 식생도, 토양도 및 하식지형 특성도에 가치있는 내용을 추가할 수 있을 것이다.

*References

1. Baker, V.R., Kochel, R.C. and Paton, P.C.(1988), *Flood Geomorphology*, New York:Wiley.
2. Dietrich, D.(1963), *General Oceanography:An Introduction*, New Yor:Wiley Interscience.
3. Emanuel, W.R., Shugart, H.H., and Stevenson, M.P.(1985), "Climatic Change and the Broad-Scale Distribution of Terrestrial Ecosystem Complexes," *Climatic Change* 7;29-44.
4. Joussaume, S., Sadourny, R., and Jouzel, J.(1984), "Classification of coastal and marine Environments," *Environment Conservation* 11; 199-207.
5. Lamb, H.H.(1972), *Climate Past, Present and Future*, Vol. 1, London:Methuen.
6. Simpson, R.H. and Riehl, H.(1981), *The Hurricane and Its Impact*, baton rouge:Louisiana State university Press.
7. Strahler, A.N. and Strahler, A.H. *Elements of Physical Geography* New York:Wiley.
8. Trewartha, G.T.(1977), *Introduction to Climate*, New York.
9. trewartha, G.T.(1977), "Tropical Storm Frequencies Related to Sea Surface Temperatures," *Applied Meteorology* 16;477-481.