

서울·경기 북부 및 강원 영서 지방 집중호우 (1996년 7월 26일~28일)

윤 석 환*

1. 서 론

우리 나라의 여름은 고온 다습한 해양성 기단의 영향을 받고, 겨울은 한랭 건조한 대륙성 기단의 영향을 받으므로, 이러한 기단의 변화에 따라 혹서와 혹한은 물론 가뭄과 홍수의 양면적인 기상 재난을 겪어야 하고, 국토 면적은 10만 km²로 크지 않으나 지형 지세의 요철 때문에 국지적인 기상 현상을 나타낼 때가 많다. 특히 집중호우는 좁은 지역에 많은 양의 비가 단시간에 걸쳐 집중됨으로써 예보의 어려움을 야기시키며 따라서 많은 피해를 내고 있다. 강수량이 많았던 예로는 서울의 1940년 7월 한달 강수량이 1354.0mm를 기록하였으며, 1시간 강수량도 1942년 8월 5일에 118.6mm를 기록하였는데, 이는 서울의 연평균 강수량이 1369.8mm인 것과 비교해 볼 때 매우 극심한 기상 현상임을 알 수 있다.

지난 7월 26일 새벽부터 28일 아침까지 강원 영서 중·북부인 철원 지방을 중심으로 500mm가 넘는 집중호우가 발생했다. 우리나라의 여름철 집중호우 현상은 보통 발달한 저기압, 장마전선, 태풍 등의 영향으로 발생하며, 이번 철원 지방의 집중호우 현상은 고온 다습한 북태평양 고기압의 연변에서 대기의 불안정으로 강한 소낙성 강우대가 형성되고, 서해상의 수증기 유입에 의한 강우 시스템의 발달 등으로 인하여 발생하였으며, 강수 지속

시간이 길면서 많은 양의 비를 기록한 것이 또 다른 특징이다. 이번 집중 호우에 대한 상세하고 정량적인 분석은 앞으로 예보기술 세미나, 기상학회 등을 통하여 발표할 예정이며, 본 분석에서는 개략적인 상황만을 살펴보려 한다.

2. 강수량 분포

7월 26일 새벽부터 28일 아침까지 서울 경기북부와 강원 영서지방을 중심으로 소낙성 강우에 의한 집중호우가 내렸으며, 총강수량은 233.5~527.2mm의 분포를 보였다. 특히 철원 지방은 7월 26일 01시 30분부터 비가 시작되어 28일 아침에 종료될 때까지 총강수량 527.2mm를 기록함으로써 우리나라에서 관측된 3일 연속 강수량 전국 순위 14번째를 차지했다. 또, 시간당 강수량은 철원 29.5mm(26일 02~03시), 춘천 43.3mm(26일 07~08시), 서울 36.0mm(26일 08~09시)를 보였으며, 일 강수량은 철원 268.1mm(27일), 서울 168.6mm(26일)를 기록하였다. 철원 지방의 1시간 최다 강수량은 7월 27일의 45.2mm로써 1988년 관측 이래 4번째이고, 이날 하루 내린 비는 268.1mm로 가장 많았다. 표 1에서는 이번 집중호우 기간 중의 남한 중·북부 지역의 강수량 현황을 보여주고 있으며, 표 2에서는 우리나라 3일 연속 강수량의 전국 순위를 보여주고 있다.

북한 지방의 경우 평안남도 남포 지방은 7월 26

* 기상청

특집 : 홍수재해

~28일 동안의 총 강우량이 400mm를 기록하고 있으며, 해주지방은 26일 하루 동안 223.0mm를 기록하였다. 이들 북한 남부 지역의 강우량 현황을 표 3에 보였다. 한편, 기상 레이더, 기상 위성 영상 구름 사진을 분석해 볼 때, 북한 남쪽 휴전선 부근에는 표 3에서 나타난 강우량 보다 더 많은 비가 내렸을 것으로 예상되나 전문 입수 불능 등으로

인하여 정확한 강수량은 파악되지 않았다. 7월 24일부터 28일 오전 9시까지의 누적 강수량 분포를 그림 1에서 보였다. 그림에서 보면, 강우는 북위 38도선을 중심으로 집중되었으며, 북한지방은 서해안 지역에 많은 양의 비가 내린 것을 알 수 있다.

(표 1) 남한 중·북부지역 강우량 현황(1996년 7월 26일~28일) (단위 : mm)

지 역	26일	27일	28일	계
서울	168.6	50.0	74.0	292.6
강화	164.5	117.0	140.5	422.0
철원	224.7	268.1	34.4	527.2
춘천	141.5	63.3	28.7	233.5
인제	75.5	172.5	18.0	266.0
속초	22.1	77.7	8.5	108.3

(표 2) 우리나라 3일 연속 강우량 전국 순위

순 위	지 역	강 우 량	연 속 일 수
1	해 남	659.7	'81. 9. 1~3
2	장 흥	654.7	'81. 9. 1~3
3	속 초	650.7	'84. 8.31~9. 2
4	고 흥	629.4	'81. 9. 1~3
5	부 여	605.2	'87. 7.21~23
6	거 제	595.4	'85. 5. 4~6
7	보 령	589.0	'95. 8.23~25
8	이 천	581.2	'90. 9. 9~11
9	완 도	552.4	'81. 9. 1~3
10	목 포	545.7	'81. 9. 3~5
11	울 산	545.0	'91. 8.22~24
12	수 원	529.6	'90. 9.11~13
13	완 도	527.9	'85. 6.23~25
14	철 원	527.2	'96. 7.26~28

(표 3) 북한 남부 지역 강우량 현황(1996년 7월 26일~28일) (단위 : mm)

지 역	26일 (전일21시~당일21시)	27일 (전일21시~당일21시)	28일 (전일21시~당일21시)	계
양 덕	0.2	125.0	19.0	144.2
평 양	28.0	156.0	-	184.0
남 포	32.0	265.0	103.0	400.0
해 주	223.0	97.0	-	320.0
개 성	240.0	x	-	240.0

x는 자료 입수 불능

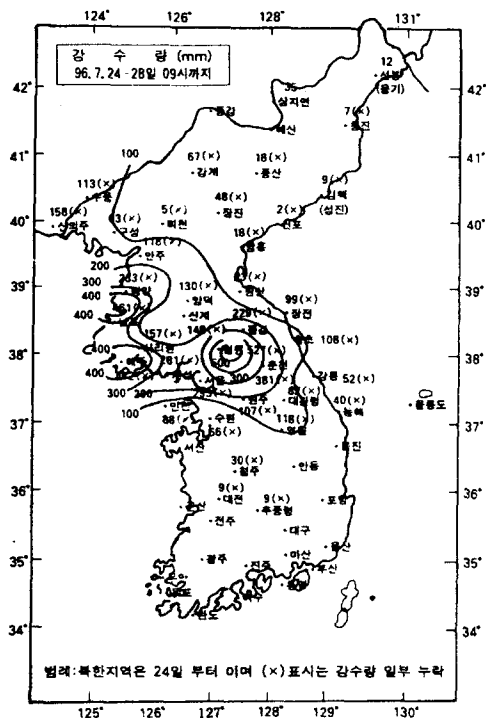


그림 1. 우리나라 강수량 분포(1996년 7월 24일~28일 09시까지)

3. 분석

가. 기상 상황

기압계의 흐름을 살펴보면, 우리나라는 7월 24일부터 북태평양 고기압의 가장자리에서 대기가 불안정한 상태가 되었고, 수증기를 포함한 남서풍이 계속 유입되어 광범위한 지역에 강한 소나기 구름이 계속 생성됨으로써 천둥·번개를 동반한 소나기 현상이 나타났다. 한편, 북위 40° 부근에서는 열의 남북 수송이 활발한 “남북류형”이 오래 지속되었고, 이로 인하여 우리나라 북쪽에는 정체성이 강한 찬 저기압(Cold Low)이 계속 유지되었으며, 우리나라 상공은 찬 공기가 머물게 되어 소나기 구름이 발달할 수 있는 불안정한 상태가 계속되었

다. 전국적인 날씨 형태는 남부 지방은 대체로 맑고 낮 기온이 35℃ 내외의 무더운 날씨를 보였으며, 중·북부 지방은 구름이 많이 끼고 가끔 강우 현상을 보였다. 참고로 7월 26일 오전 9시의 지상 일기도를 그림 2에 보였다. 여기에서는 한중 국경 부근에 장마전선이 보이고 우리나라는 북태평양 고기압의 연변에 위치하며 아열대지역에 제 8호 태풍 글로리아와 제 9호 태풍 허브가 좌우로 나타나고 있다.

기상 위성으로 본 구름에서는 용진반도와 원산을 축으로 휴전선 북쪽에 있던 대류운(소나기 구름)들이 7월 25일 16시부터 점차 남하하여 23시경부터는 강화 지방을 시작으로 경기 북부 지방으로 동진 하였다. 개성과 통천 지방을 잇는 북한 남부 지방에 형성되어 있던 대류운들이 26일 오전 8시부터 남하하여 경기도와 강원도 북부 지방을 중심으로 계속 발달과 쇠약을 거듭하였으며, 28일 오전 8시부터 11시까지 경기도와 강원도 지방을 통과하면서 점차 약화되었다. 그림 3에서는 7월 26일 오전 9시의 위성 구름 사진을 보여주고 있다. 구름 사진에서 집중호우를 일으킨 잘 구조화된 대류운들을 볼 수 있으며, 그림 2의 지상 일기도와 비교해보면 이들 대류운들이 북태평양 고기압의 연변에서 나타남을 알 수 있다.

기상 레이더 강수 에코(echo) 분석에 의하면, 25일 12시까지는 북한 지방에 산발적으로 강한 에코가 나타났으며, 주축은 개성에서 원산에 이르고, 13시~14시 사이에는 북한 지방에 2개의 강수에코피(평양-남포, 해주-원산)가 형성된 후 개성과 원산을 축으로 떠나 강화되면서 23시까지 정체 하였다. 26일 0시경에 이 떠는 시계 방향으로 회전하여 해주-고성에 선상으로 위치하면서 그 남쪽 부분이 강화되는 경향을 보이다가 2시~4시 사이에는 영역이 넓어지면서 다소 남하하고, 6시~7시 사이에 에코는 평양 부근에 산발적인 형태로 존재하는 한편 철원 부근에 동서로 위치한 폭이 좁은 선상에코로 분리되고 강화되면서 남하하였다. 그림 4는 7월 26일 오전 9시의 레이더 에코를 나타낸 것으로 역시 강수에코피를 확인할 수 있다.

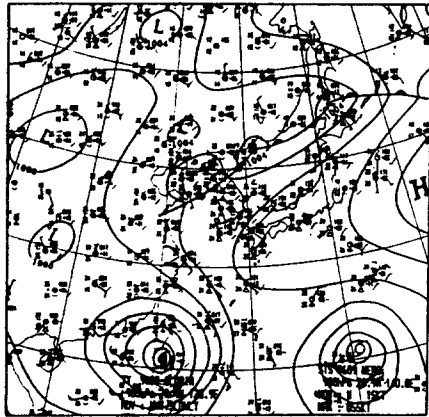


그림 2. 1996년 7월 26일 09시 지상 일기도

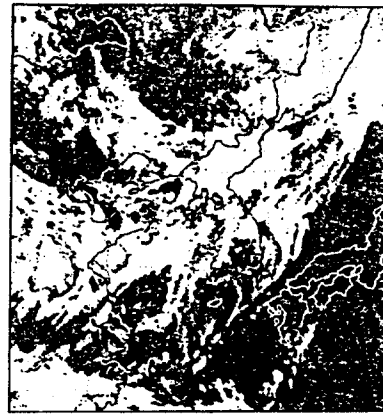


그림 3. 1996년 7월 26일 09시 위성 구름 사진

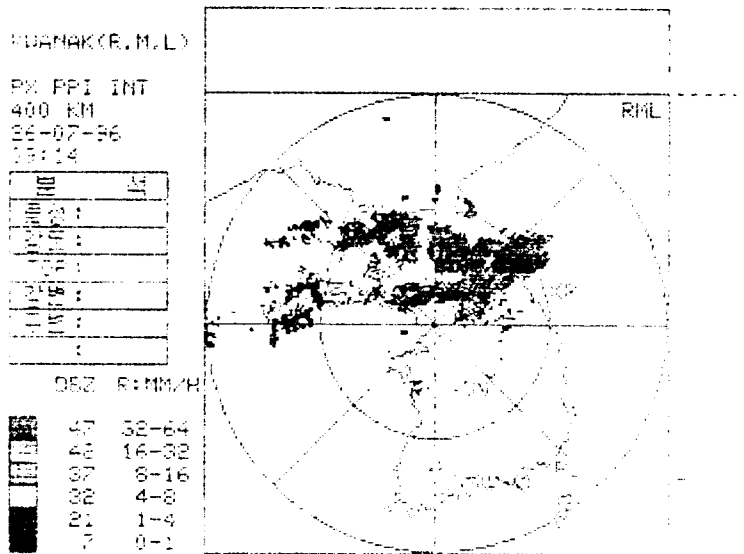


그림 4. 1996년 7월 26일 09시 레이더 에코

나. 집중호우 발생 원인

7월 24일에서 25일까지 지상 일기도의 장마전선이 한중 국경과 사할린에 걸쳐 놓여 있는 가운데 우리 나라는 북태평양 고기압의 연변에 위치함으로써 대기의 불안정한 상태가 지속되었고, 고기압 후

면에서 불어오는 남서 기류에 의한 고온 다습한 공기가 중 북부 지방으로 지속적으로 유입되어 대류운이 활성화되었다. 850 hPa(해발 1.5km 고도) 등압면에서는 17m/s에 이르는 고온 다습한 남서 기류의 하층 제트가 나타났으며, 상층 기압계는 약한 단파성 기압골이 느리게 동진하는 가운데 우리나라 북쪽에 머무르고 있었던 정체성이 강한 찬 저

기압으로 인해 우리나라 상공에 찬 공기가 머물러 하층의 고온 다습한 공기와 함께 강한 대류 운동을 일으킬 수 있는 좋은 조건을 제공하고 있었다. 결과적으로, 해양의 고온 다습한 공기의 지속적 유입과 상대적으로 차가운 우리 나라 북쪽의 상층 공기가 부딪쳐 소나기 구름이 발생, 발달하여 매우 좁은 구역에 강한 소낙성 강우대가 형성되었고, 이 지역에서 강한 비구름이 정체하면서 계속 발달하였기 때문에 3일간에 걸친 많은 비가 오게 되었다.

다. 강우량 예상

발달한 저기압, 태풍에 의한 호우는 기압계의 흐름을 2~3일 전부터 추적할 수 있으므로 강우량의 예측이 어느 정도 가능하나, 이번과 같은 북태평양 고기압 연변에서의 호우 예측은 강우량의 지역적인 차(26일 서울 168.6mm, 인천 12.1mm)가 매우 크므로 현재와 같은 종관규모 관측망으로는 사전에 총 예상 강우량을 예측·발표하기가 어려운 실정이다.

우리나라 예보 모델(Korea Limited Area Model)에서 예측한 최대 예상 강우량은 실제 강우량의 50~100% 정도로 비교적 많았으나, 강우 예상 지역이 북한에 위치하여 실황과 다르게 나타났으며, 극동 아시아 예보 모델(Forecast Limited Area Model)은 강우 예보 구역이 실제와 일치하지 않는 경우가 50% 정도였고 최대 예상 강우량은 실제 강우량의 40~50% 정도로 적게 예상하였으며, 일본 예보 모델에서도 강우 예보 구역이 실제보다 훨씬 넓은 지역에 분포되고 최대 예상 강우량은 실제 강우량의 25~30% 정도로 적게 예상하였다.

이번 집중호우에 관하여 사전에 총 강우량을 예측·발표하지는 않았으나 호우 발생 전날인 7월 25일 10시 30분부터 시간당 20~30mm의 강한 소낙성 강우 현상을 예측하였고, 기상예보, 호우주의보, 호우경보 등 특보 및 기상정보를 통하여 강우량을 추가 발표함으로써 현실적 여건하에서는 최선을 다해 조치하였다.

4. 결론 및 제언

지난 7월 26일 새벽부터 28일 아침까지 철원 지방의 527.2mm를 비롯한 집중호우가 경기 북부 및 강원 영서 지방에서 발생했다. 이번 집중호우는 우리 나라가 북태평양 고기압의 북쪽 가장자리에 위치하여 대기가 불안정한 상태가 지속되었고, 상층 한기골이 정체한 가운데 서해상의 고온 다습한 수증기가 계속 유입되어 소나기 구름이 발생, 발달하면서 매우 좁은 구역에 강한 소낙성 강우대를 형성함으로써 발생하였다.

고온 다습한 북태평양 고기압 연변에서의 호우 예측은 강우량의 지역적인 차가 매우 커 현재의 종관규모 관측망하에서는 사전에 총 예상 강우량을 예측 발표하기는 어려운 실정이며, 우리 나라 예보 모델뿐만 아니라 일본 예보 모델에서도 관측된 값보다 훨씬 작은 강우량을 예측하였다. 기상청에서는 기상 예보 능력 향상을 위하여 동두천·임진각 기상대와 백령도, 흑산도에 기상 레이더 관측소를 신설하여 기상관측 체제 개선을 추진 중에 있으며, 국지 예보 모델 개발 및 개선을 통하여 돌발적인 집중호우의 사전 지역별 상세 예보 능력 향상 연구 등 예보 능력 제고를 위하여 노력하고 있다.

앞으로 한반도의 특성에 맞는 세밀한 격자망의 수치예보 모델을 개발하여 적용함으로써 더욱 상세하고 신뢰성 있는 기상 정보를 제공하게 될 것이며, 장기 예보 분야의 인력을 확보함은 물론 수문 기상 정보의 산출 제공에 노력하여 2000년도까지는 3일간의 유역별, 정량적 강우량 및 증발량에 대한 20km 간격 400km², 세역별·시계열 예보를 제공하고, 그 후 이를 10일간 10km 간격 100km² 세역별 강우량 정보를 산출, 제공할 계획도 세우고 있다. 그러므로 기상청은 보다 더 철저한 사명감과 기상 기술의 발전에 전력하여 국민의 생명과 재산을 자연 재해로부터 보호하는 본연의 업무를 충실히 이행하고 더욱 신뢰받을 수 있는 기상정보의 산출과 제공에 최선을 다할 것이다. ☞