

# 자료기간에 따른 우리 나라 확률강우량의 변화 분석

안재현\* · ○김태웅\*\* · 박무중\*\*\* · 윤용남\*\*\*\*

## 1. 서론

최근 들어 세계 각국에서 이상기후로 인한 홍수재해의 발생이 잦아지고 있다. 1993년에 발생한 미국 미시시피강의 대 홍수는 미국 홍수 역사상 전대미문의 홍수 피해인 150억불의 피해로 기록되었으며, 이어서 발생한 유럽지역의 스위스와 라인강 상류 및 다뉴브 강변에서 발생한 독일 및 네덜란드의 홍수피해, 아세아 지역의 네팔, 인도에서 발생한 홍수피해, 그리고 남미 베네수엘라에서의 대 홍수 등은 여러 가지 홍수피해 기록을 갱신해 왔다.

1998년에도 지구촌 곳곳에서는 상상을 초월하는 홍수가 발생하여 막대한 인명과 재산피해가 발생하였다. 특히, 중국 양쯔강 유역의 대 홍수는 중국 경제를 뒤흔들 정도로 몇 개월에 걸쳐 간헐적인 집중폭우로 양쯔강 연안의 장시성, 푸젠성 등 10여개 성에서 3,000명 이상의 사망자와 약 2억 명의 이재민, 그리고 약 300억 달러의 재산피해가 발생하였으며, 우리 나라도 이러한 피해에 예외가 아니어서 1998년 8월 경기북부·서울지역을 시작으로 중부지역, 충청, 영남, 호남지역 순으로 전국을 휩쓸고 간 집중 폭우로 인해 엄청난 인명 및 재산 피해와 각종 간접 피해가 발생하여 우리 나라의 경제에 큰 타격을 주었다.

그런데, 우리 나라에서 이러한 홍수로 인한 피해가 최근 들어 더욱 잦아지고 있으며, 그 피해 정도도 더욱 심해지고 있다는 사실은 매우 주목할 만한 현상이다. 최근 10년간(1987년~1996년)의 전국 풍수해 통계에 따르면 평균적으로 매년 239명의 인명피해 및 70,000여명의 이재민과 4,950억 원(1996년도 환산가격) 정도의 재산피해를 입고 있다. 연도별로는 가장 큰 피해를 입은 1987년 7월에 경남과 강원지역을 통과한 태풍 셀마(HELMA)로 남해와 동해지역이 큰 피해를 입었고, 중부지방을 통과한 집중호우와 8월에 통과한 태풍 다이나(DINAH)등의 영향으로 1,022명의 사망자와 약 1조 4천억원의 재산 피해를 입었다. 1989년에는 집중호우와 태풍 Judy(JUDY)의 영향으로 307명의 사망자와 약 6,900억원의 재산 피해를 입었고, 이듬해인 1990년에는 257명의 사망자 및 7,800억원의 재산피해를 입었다. 또한, 1995년에는 태풍 페이(FAYE)와 제니스(JANIS)로 인해 158명의 인명 피해와 6,200억원의 재산피해가 발생하였으며, 1996년에는 기억에도 생생한 임진강 유역의 대홍수를 포함하여 인명피해 77명과 재산피해 4,800억원을 기록하였다. 최근의 1998년 8월 3일부터 10여일간 경기·북부지역에서 시작하여 전국을 누빈 소위 게릴라성 집중폭우로 인한 피해는 인명피해 227명, 이재민 67,000명, 재산피해 1조 3,900억원으로 단일 홍수사상으로는 기록적인 홍수였다(윤용남, 1998).

이와 같은 최근의 늘어나는 홍수피해에 대한 대비는 절실하다. 특히 다목적 댐과 하천제방으로 홍수를 방어하는 시스템이 거의 대부분을 이루고 있는 우리 나라에서 최근에 홍수로 인한 피해가 더욱 잦아지고 있으며, 이는 댐이나 제방의 설계시 계획되었던 규모를 초과하는 홍수가 자주 발생하고 있기 때문이라는 사실은 이런 필요성을 더욱 느끼게 한다.

최근의 홍수사상들 중에는 홍수방어시설의 일반적인 설계 기준인 수 십년 또는 수 백년 빈도를 훨씬 초과하는 수 천년 혹은 그 이상에 해당되는 기록적인 빈도의 홍수들이 있었는데, 1996년 임진강 유역의 홍수나 1998년 집중호우로 인한 전국적인 홍수 등인 이러한 예에 속하는 사상들로 설계 기준을 훨씬 초과하는 홍수가 발생하여 하천시설이 파괴되고 극심한 피해가 발생하였다.

\* 고려대학교 대학원 토목환경공학과 박사과정

\*\* 고려대학교 방재과학기술연구센터 연구원

\*\*\* 한서대학교 토목공학과 전임강사

\*\*\*\* 고려대학교 토목환경공학과 교수

이러한 설계 기준을 초과하는 홍수의 발생사례는 우리 나라에서만 국한된 것이 아니라, 외국의 경우 1993년 미국의 미시시피강과 미주리강 홍수에서도 그 예를 찾아볼 수 있다. 이들 하천시스템은 100년 빈도 정도의 홍수에 대비할 수 있게 설계된 상태였는데, 이보다 월등히 큰 홍수가 발생하여 거의 무방비 상태에서 홍수피해를 당할 수밖에 없었다(김승, 1999).

따라서, 이러한 이상홍수의 대비를 위해서 홍수방어시설 등에 대한 전반적인 홍수방어능력 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 즉, 과거의 여러 수문 사상에 대한 통계적인 분석을 통해서 치수구조물들의 설계 빈도를 결정하는 우리 나라의 현실에서 사용된 수문 사상의 자료기간에 따라 설계 값은 큰 차이를 보일 수 있을 것이며, 특히 최근에 발생한 대형 홍수사상의 포함 여부에 따라 서로 다른 설계 빈도가 결정된 것이다. 그러므로 동일한 자료기간을 가지는 수문 사상에 대한 분석을 통해 홍수방어능력을 같은 기준으로 평가해 필요성이 있는 것이다. 예를 들어 1996년 임진강 유역에 발생한 홍수의 경우에는 100년 빈도로 설계된 시설물들이 1996년 홍수를 포함하여 평가할 경우 설계 빈도의 절반에 못 미치고 있다(김승, 1999). 또한 1998년 8월의 경우에도 서울지역에서는 8월 8일 332.8mm의 비가 내려 관측 이래 두 번째로 큰 일 강수량을 기록했었는데, 표 1에서 알 수 있듯이 서울 지역의 홍수량을 기존의 확률홍수량과 비교해보면 1998년 홍수가 설계빈도를 훨씬 상회하고 있음을 보여주고 있으며(이종태, 1998) 이러한 1998년의 홍수를 포함하여 확률홍수량을 다시 계산한다면 기존의 확률홍수량 보다 더 큰 값이 얻어질 것이다.

표 1. 서울지역 주요하천의 확률홍수량 및 1998년 홍수량의 비교(이종태, 1998)

| 하천명 | 지 점       | 유역면적<br>(km <sup>2</sup> ) | 확률홍수량(m <sup>3</sup> /sec) |     |      |      |      |      |      |      |
|-----|-----------|----------------------------|----------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
|     |           |                            | 5년                         | 10년 | 20년  | 50년  | 80년  | 100년 | 200년 | 98홍수 |
| 중랑천 | 우이천 합류전   | 179.19                     | 640                        | 826 | 1006 | 1239 | 1359 | 1400 | 1591 | 2070 |
| 창릉천 | 중골천 합류전   | 27.30                      | -                          | -   | 205  | 275  | 310  | 330  | -    | 400  |
| 여의천 | 염곡천 합류전   | 5.17                       | 40                         | 54  | 68   | 86   | 95   | 100  | 113  | 125  |
| 세곡천 | 현인릉지류 합류후 | 4.99                       | 33                         | 47  | 61   | 80   | 90   | 94   | 108  | 103  |
| 홍제천 | 구기천 합류후   | 6.60                       | 66                         | 86  | 106  | 131  | 144  | 150  | 169  | 198  |

본 연구에서는 이와 같이 자료기간에 따라 달라질 수 있는 설계빈도에 대한 분석을 실시해 보았다. 즉, 비교적 오랜 기간동안 강우자료를 보유하고 있는 12개 우량관측소별로 자료기간을 달리 하면서 빈도해석을 실시하여 자료기간에 따른 확률강우량의 변화를 분석하였고, 이를 통해 최근 들어 빈번하게 발생하는 집중호우의 정도를 과거자료와 최근자료에 대한 빈도해석 결과를 이용해서 비교하였다. 또한 빈도해석을 이용하여 수공구조물의 설계빈도를 결정할 경우에 자료기간 선정의 중요성을 살펴보았으며, 과거 자료를 적용한 분석을 통해 설계된 기존 하천시스템의 홍수방어능력에 대한 재평가 필요성 여부에 대해서도 알아보았다.

## 2. 본론

### 2.1 자료의 선정

본 연구를 위해 선정된 우량관측소는 기상청 산하 우량관측소 중에서 비교적 장기간의 자료를 보유하고 있는 12개점이다. 또한, 본 연구에 사용된 강우의 지속기간은 1일, 2일, 3일이며, 선정된 우량관측소별로 지속기간에 따른 연 최대치 계열의 자료를 준비하였다.

수문 자료의 빈도해석에 있어서 같은 지점에서 추출한 자료일지라도 기간의 취급방법, 기간의 길이에 따라 해석결과가 크게 다를 수 있고 빈도해석의 전제조건인 자료의 독립성, 불변성, 동질성의 조건을 만족시키지 않을 경우가 있다(건설부, 1993). 따라서 본 연구의 목적 중에 하나인 자료기간에 따른 설계빈도를 비교하기 위해서는 일관된 기간을 가지는 자료의 준비가 필요하다. 따라서 선정된 12개 관측소들이 공통적으로 가지는 최장의 자료기간인 1954년~1998년을 자료기간으로 선택하였는데 이는 강릉과 서울관측소의 결측 기간을 고려한 때문이다.

### 2.2 자료기간에 따른 확률 강우량의 산정

연 최대치 계열의 자료를 이용한 빈도해석을 실시하기 위해서 자료기간을 분류하였다. 즉, 일정한 간격으로 빈도해석에 사용될 자료기간을 나눈 후에 각각의 자료기간별로 빈도해석을 실시한

것이다. 이것은 본 연구의 목적인 빈도해석에 사용되는 자료기간의 선택이 빈도해석 결과에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이며, 또한 이렇게 산정되는 설계 값의 변화를 파악함과 동시에 과거 자료를 기준으로 설계되어진 하천시스템의 홍수재해에 대한 취약성을 설명하기 위한 것이다.

위와 같은 목적을 위해 적용된 자료기간을 본 연구에서는 30년으로 하였다. 따라서 각 지점별로 30년을 1개의 자료기간으로 하여 1년씩 점진 이동시키며 16개씩의 자료기간에 대해 연 최대치 계열의 자료를 작성하였다.

본 연구에서는 Type-I Extreme 분포를 이용하여 12개 지점에 대해 16개의 자료기간에 따라 지속기간별로 확률강우량을 계산하였으며, 이와 같이 계산된 확률강우량 중에서 본 연구의 분석을 위해서 사용될 지점별 지속기간에 따른 100년 빈도 확률강우량을 표 2에 나타내었다.

표 2. 지점 및 자료기간별 지속기간에 따른 100년 빈도 확률강우량

| 자료기간    | 지속기간 | 강릉    | 서울    | 인천    | 추풍령   | 포항    | 대구    | 전주    | 울산    | 광주    | 부산    | 목포    | 여수    |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| '54~'83 | 1일   | 329.2 | 289.6 | 263.4 | 189.0 | 188.6 | 211.5 | 245.6 | 291.2 | 226.5 | 318.2 | 295.2 | 287.4 |
|         | 2일   | 458.2 | 353.9 | 326.9 | 260.2 | 277.5 | 279.3 | 310.7 | 376.6 | 317.9 | 412.1 | 350.6 | 395.7 |
|         | 3일   | 504.1 | 410.7 | 362.3 | 282.2 | 295.2 | 318.4 | 347.6 | 411.7 | 372.6 | 449.9 | 418.4 | 418.2 |
| '55~'84 | 1일   | 312.9 | 312.4 | 290.8 | 189.6 | 188.6 | 211.6 | 254.7 | 308.6 | 226.5 | 333.8 | 295.2 | 286.7 |
|         | 2일   | 440.4 | 377.5 | 355.7 | 268.1 | 277.6 | 279.7 | 318.9 | 387.0 | 317.5 | 420.9 | 349.1 | 393.7 |
|         | 3일   | 480.4 | 435.6 | 388.0 | 289.0 | 294.7 | 317.9 | 355.5 | 420.4 | 372.5 | 456.3 | 417.8 | 416.1 |
| '56~'85 | 1일   | 336.7 | 312.3 | 290.6 | 186.6 | 187.4 | 226.3 | 252.5 | 309.1 | 230.3 | 339.2 | 295.6 | 296.5 |
|         | 2일   | 455.9 | 375.4 | 356.8 | 260.1 | 275.4 | 290.3 | 318.9 | 386.7 | 331.0 | 432.9 | 377.2 | 434.3 |
|         | 3일   | 493.1 | 425.9 | 383.2 | 279.9 | 293.8 | 336.7 | 355.5 | 419.3 | 383.0 | 466.8 | 443.5 | 458.5 |
| '57~'86 | 1일   | 336.9 | 300.8 | 287.2 | 186.8 | 187.3 | 225.1 | 251.3 | 309.7 | 232.7 | 339.7 | 295.3 | 296.4 |
|         | 2일   | 456.0 | 366.8 | 356.1 | 259.1 | 275.2 | 289.6 | 317.8 | 386.9 | 331.1 | 432.3 | 379.9 | 434.5 |
|         | 3일   | 492.7 | 418.8 | 383.2 | 284.2 | 294.1 | 335.9 | 357.5 | 421.3 | 383.9 | 465.4 | 446.1 | 458.9 |
| '58~'87 | 1일   | 338.7 | 327.3 | 319.7 | 203.4 | 196.0 | 225.9 | 249.0 | 312.9 | 233.3 | 339.2 | 294.0 | 295.6 |
|         | 2일   | 468.0 | 401.0 | 401.5 | 273.0 | 286.7 | 289.3 | 315.9 | 385.8 | 331.8 | 426.2 | 380.1 | 435.9 |
|         | 3일   | 502.3 | 447.7 | 424.2 | 295.6 | 301.5 | 333.5 | 356.5 | 416.7 | 379.6 | 461.6 | 447.8 | 460.8 |
| '59~'88 | 1일   | 333.4 | 327.4 | 319.0 | 203.1 | 197.5 | 229.3 | 233.3 | 306.4 | 234.7 | 338.8 | 287.2 | 294.6 |
|         | 2일   | 470.9 | 404.3 | 401.6 | 268.3 | 286.0 | 289.0 | 299.0 | 385.5 | 332.3 | 427.8 | 373.2 | 442.7 |
|         | 3일   | 509.6 | 451.2 | 424.2 | 300.1 | 302.6 | 331.5 | 316.9 | 414.1 | 378.3 | 464.8 | 439.5 | 466.6 |
| '60~'89 | 1일   | 329.3 | 327.4 | 318.8 | 203.1 | 196.2 | 228.0 | 228.1 | 308.0 | 276.7 | 337.6 | 292.2 | 294.2 |
|         | 2일   | 470.9 | 404.3 | 399.9 | 265.8 | 282.5 | 289.3 | 290.0 | 390.1 | 380.7 | 432.2 | 383.6 | 441.9 |
|         | 3일   | 510.7 | 451.4 | 425.8 | 297.6 | 300.0 | 331.6 | 310.4 | 419.8 | 433.8 | 466.8 | 451.1 | 467.6 |
| '61~'90 | 1일   | 356.2 | 343.9 | 339.1 | 203.3 | 198.8 | 228.7 | 228.5 | 305.7 | 274.5 | 340.0 | 291.1 | 295.9 |
|         | 2일   | 503.3 | 438.8 | 440.2 | 264.9 | 286.3 | 289.0 | 288.8 | 391.3 | 381.5 | 436.9 | 379.6 | 433.1 |
|         | 3일   | 547.1 | 503.0 | 472.3 | 296.7 | 298.9 | 330.6 | 310.2 | 419.6 | 434.3 | 471.5 | 447.7 | 461.2 |
| '62~'91 | 1일   | 354.9 | 343.4 | 336.3 | 203.3 | 242.0 | 228.8 | 219.3 | 362.3 | 278.5 | 396.3 | 291.9 | 295.4 |
|         | 2일   | 502.6 | 438.1 | 438.8 | 267.4 | 337.7 | 285.7 | 283.9 | 463.7 | 383.6 | 497.2 | 379.2 | 435.9 |
|         | 3일   | 546.5 | 503.2 | 461.6 | 298.3 | 346.9 | 324.4 | 307.0 | 490.7 | 438.8 | 527.8 | 447.6 | 463.7 |
| '63~'92 | 1일   | 354.3 | 339.8 | 336.1 | 200.8 | 242.3 | 226.4 | 230.3 | 361.2 | 279.3 | 390.4 | 289.3 | 295.0 |
|         | 2일   | 504.0 | 435.6 | 438.8 | 264.2 | 333.3 | 286.7 | 289.9 | 452.4 | 383.9 | 494.6 | 378.8 | 435.7 |
|         | 3일   | 546.9 | 500.6 | 461.8 | 294.2 | 344.2 | 324.5 | 310.7 | 484.6 | 439.2 | 526.2 | 448.5 | 464.1 |
| '64~'93 | 1일   | 365.8 | 338.4 | 333.2 | 200.6 | 254.1 | 226.3 | 231.2 | 373.1 | 273.3 | 387.5 | 273.9 | 291.9 |
|         | 2일   | 508.0 | 438.4 | 440.2 | 268.4 | 339.5 | 285.8 | 298.9 | 454.9 | 384.5 | 480.1 | 366.1 | 427.3 |
|         | 3일   | 551.3 | 500.9 | 461.7 | 299.6 | 352.3 | 324.1 | 331.2 | 486.3 | 440.8 | 507.8 | 432.8 | 453.3 |
| '65~'94 | 1일   | 368.1 | 342.1 | 333.0 | 201.4 | 256.1 | 229.6 | 232.7 | 371.1 | 275.8 | 387.3 | 273.9 | 288.7 |
|         | 2일   | 508.2 | 442.8 | 440.5 | 270.3 | 341.5 | 291.0 | 301.3 | 453.6 | 389.6 | 479.7 | 366.5 | 428.1 |
|         | 3일   | 550.9 | 507.1 | 461.7 | 299.9 | 355.3 | 329.6 | 332.6 | 484.9 | 438.9 | 507.4 | 432.1 | 451.7 |
| '66~'95 | 1일   | 371.5 | 342.4 | 335.0 | 210.8 | 256.2 | 230.4 | 235.0 | 372.2 | 280.8 | 380.2 | 271.8 | 288.7 |
|         | 2일   | 511.8 | 453.0 | 445.8 | 285.6 | 335.8 | 286.0 | 303.6 | 452.3 | 392.6 | 474.5 | 366.8 | 427.9 |
|         | 3일   | 551.6 | 526.9 | 477.4 | 312.0 | 348.8 | 321.7 | 333.0 | 485.0 | 442.7 | 503.1 | 432.1 | 451.8 |
| '67~'96 | 1일   | 372.6 | 333.0 | 336.0 | 224.3 | 256.4 | 231.8 | 239.8 | 369.7 | 279.7 | 377.3 | 267.6 | 289.9 |
|         | 2일   | 509.5 | 450.3 | 443.8 | 291.4 | 341.0 | 283.9 | 303.9 | 457.6 | 389.5 | 467.8 | 360.9 | 417.3 |
|         | 3일   | 550.6 | 513.8 | 473.4 | 317.1 | 353.7 | 319.9 | 332.9 | 485.4 | 439.4 | 497.3 | 425.9 | 444.0 |
| '68~'97 | 1일   | 374.7 | 331.5 | 356.0 | 220.4 | 253.0 | 232.6 | 243.8 | 369.7 | 295.0 | 376.7 | 267.8 | 293.3 |
|         | 2일   | 516.6 | 449.5 | 465.1 | 287.9 | 337.3 | 282.3 | 315.3 | 457.6 | 395.9 | 465.1 | 361.0 | 431.2 |
|         | 3일   | 559.5 | 512.9 | 488.7 | 312.2 | 348.7 | 318.0 | 342.4 | 483.9 | 447.3 | 496.3 | 429.3 | 456.7 |
| '69~'98 | 1일   | 377.4 | 364.9 | 354.3 | 233.2 | 338.4 | 244.5 | 252.7 | 373.2 | 304.8 | 377.4 | 270.0 | 290.7 |
|         | 2일   | 517.2 | 482.8 | 464.4 | 308.4 | 434.4 | 296.8 | 322.9 | 467.2 | 407.9 | 466.3 | 372.0 | 427.2 |
|         | 3일   | 561.8 | 567.0 | 490.2 | 327.9 | 443.8 | 332.2 | 346.5 | 491.9 | 456.4 | 495.9 | 437.1 | 455.5 |

### 2.3 자료기간별 확률홍수량의 변화 분석

본 연구에서는 각 지점에서 지속기간별로 산정된 100년 빈도 확률강우량에 대한 분석을 실시하였는데, 먼저 표 2에 나타난 각 지점의 지속시간별 100년 빈도 확률강우량의 자료기간에 따른 변화를 그림 1에 도시하였다.

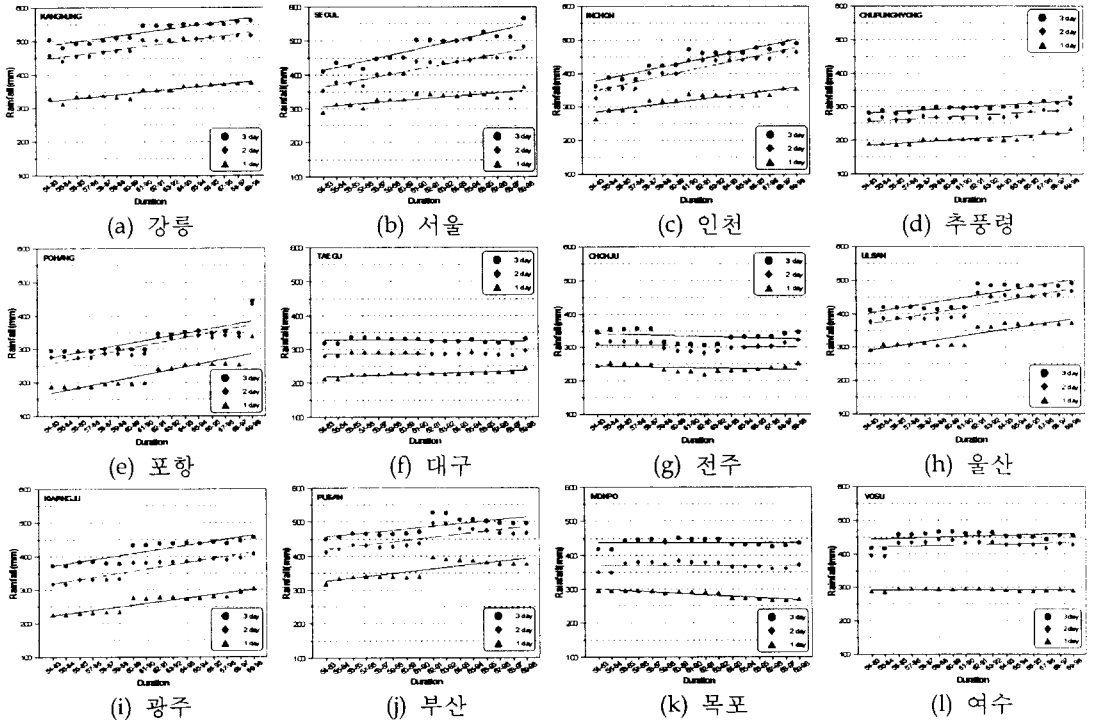


그림 1. 자료기간에 따른 100년 빈도 확률강우량의 변화

표 2와 그림 1에서 알 수 있듯이 각 지점별로 자료기간에 따라 빈도해석을 실시한 결과 대구, 전주, 목포, 여수 등을 제외한 8개 지점의 1일 지속, 2일 지속, 3일 지속 100년 빈도 확률강우량이 최근으로 올수록 계속해서 증가하는 결과를 보여주고 있으며 특히, 서울, 인천, 포항, 울산, 광주 등은 매우 급격한 기울기를 가지며 증가하는 경향을 나타낸다. 이러한 기울기의 변화는 확률강우량이 평균적으로 증가하는 정도를 나타내는 것으로서 각 지점 및 지속기간에 따라 다음과 같이 매우 다른 양상을 보여주고 있다.

먼저, 1일 지속기간의 경우는 포항, 울산, 광주 등이 기울기 5 이상의 값을 가지며 최근으로 올수록 증가하는 경향을 보여주고 있으며, 전주, 목포, 여수 등은 오히려 음(-)의 값을 가지면서 감소하고 있음을 알 수 있다.

2일 지속기간의 경우는 서울, 인천, 포항 등이 7 이상의 기울기를 가지면서 증가하고, 전주만이 음(-)의 기울기를 가지며 감소하고 있다.

또한, 3일 지속기간의 경우는 2일과 마찬가지로 서울, 인천, 포항 등이 7 이상의 기울기로 증가하며, 전주와 목포의 기울기가 감소하고 있다.

위와 같은 결과들이 시사하는 바는 매우 크다. 먼저, 분석한 12개 지점 중에서 2/3 이상의 지점에서 자료기간이 최근으로 올수록 산정되는 확률강우량이 증가하고 있다는 것이다. 이것은 우리나라 대부분의 지역에서 최근의 집중호우로 인한 영향이 과거에 비해 상대적으로 증가하고 있다는 사실을 단적으로 보여주는 예라 할 수 있으며, 특히 1990년대 이후 자료가 포함된 자료기간의 빈도해석으로 산정된 확률강우량이 그 이전에 비해 월등히 크게 증가한다는 사실은 90년대 이후에 발생한 집중호우의 영향에 기인하는 것으로 판단된다.

또한, 최근기간에 대한 확률강우량의 증가는 최근의 강우자료를 포함시켜서 빈도해석을 실시할 경우 기존의 설계빈도와는 매우 다른 양상을 보일 것임을 알려주는 것이며, 이것은 기존의 홍수방어시설에 대한 전반적인 홍수방어능력 평가가 새롭게 이루어져야 할 것임을 시사하고 있다.

특이한 것은 지속기간에 따른 확률강우량의 비교에서 서울과 인천에서 나타나는 양상이다. 이들 지점은 1일 지속기간에서는 약 3~4의 기울기로 증가하는 경향을 보이고 있었으나, 2일과 3일의 지속기간에서는 7~8의 기울기로 변화하고 있다는 것이다. 이것은 이들 지점이 위치하고 있는 수도권 지역에서 수공구조물의 설계빈도를 결정하기 위한 강우의 빈도해석을 실시할 경우에 보다 장기간을 가지는 지속기간에 대한 분석이 필요함을 나타내는 것이라 할 수 있겠다.

자료기간에 따른 확률강우량의 공간적 변화를 살펴보기 위하여 그림 2~3에 자료기간과 지속기간별로 확률강우량의 분포를 나타내었다. 그림 2에는 맨 처음 자료기간인 1954~1983년에 대한 지점별 100년 빈도 확률강우량의 분포를, 그림 3에는 가장 최근의 자료기간인 1969~1998년의 확률강우량 분포를 각각의 지속기간별로 도시하였다.

그림 2~3을 통해 알 수 있는 확률강우량 분포의 공통적인 특징은 자료기간과 지속기간에 상관없이 북위 36도 부근 내륙지역의 확률강우량이 다른 지역의 확률강우량에 비해 현저히 작게 나타난다는 것이다. 이것은 연 최대 강우량 시계열에 대한 빈도해석을 통해 나타난 결과이므로, 이 지역에 위치한 치수목적 수공구조물들이 상대적으로 다른 지역의 구조물들에 비해서 홍수재해에 여유가 있음을 보여주는 것으로 사료된다.

1일 지속기간의 변화를 분석해보면 서울·경기를 포함하는 중부지역과 남부 해안지역의 확률강우량이 큰 값을 가지면서 1954~1983년 자료기간에는 200~320mm의, 1969~1998년에는 240~370mm의 범위로 변화한다. 이를 통해 최근으로 올수록 증가하는 확률강우량의 변화 및 수도권을 포함하는 한강수계와 태풍피해가 주로 발생하는 남부해안지역의 확률강우량이 다른 지역에 비해 큰 값을 가짐을 알 수 있다.

2일 지속기간의 경우도 1일의 경우와 비슷한 공간적인 분포를 보이면서 최근으로 올수록 증가하는 양상이 나타나며, 3일의 경우도 거의 유사함을 알 수 있다.

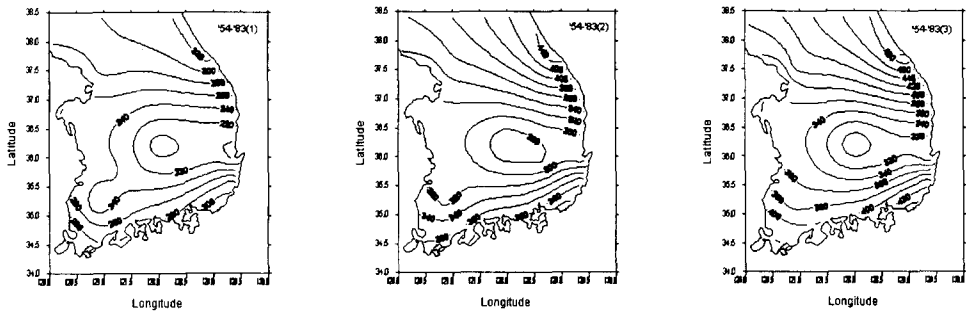


그림 2. 자료기간 1954~1983년의 지속기간별 100년 빈도 확률강우량의 공간적 변화

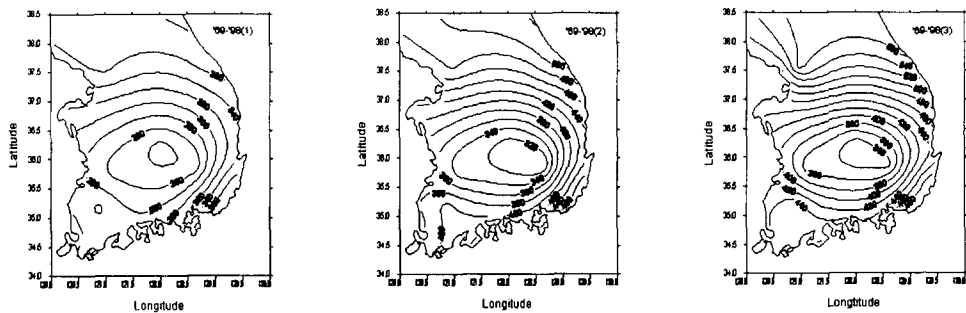


그림 3. 자료기간 1969~1998년의 지속기간별 100년 빈도 확률강우량의 공간적 변화

또한, 그림 4에서와 같이 확률강우량의 변화양상을 보여주는 지점별 기율기의 지속기간별 도서를 통해 확률강우량 증가의 공간적 변화분포를 파악할 수 있다. 그림 4의 1일 지속기간의 경우는 북위 36도 부근 영·호남 경계지역이 전반적으로 적은 값의 기율기로, 경상남도 해안지역에서 큰 값의 기율기로 증가하며, 중부지역은 중간 정도의 기율기로 증가하고 있음을 보여준다.

그러나, 앞에서 언급한 것과 같이 2일과 3일의 경우는 1일과는 다른 양상으로서, 북위 36도 이남 영·호남 경계지역이 적은 기율기를 가지는 양상은 같지만 큰 기율기를 가지는 지역은 주로 중부지역에 집중되어 있음을 알 수 있다. 따라서 북위 36도 부근 영·호남 경계지역의 경우는 집중호우의 증가양상이 과거에 비해 그리 큰 차이를 보이지는 않지만 경상남도 해안지역에서 집중호우의 크기가 급격하게 증가하고 있으며, 장기간의 집중호우의 증가양상은 오히려 중부지역에서 두드러지고 있음을 알 수 있다. 이는 수도권이 위치한 한강수계에 해당되는 사항으로서 한강수계의 치수대책 수립 및 홍수영향의 평가시에 고려되어야 할 결과라고 사료된다.

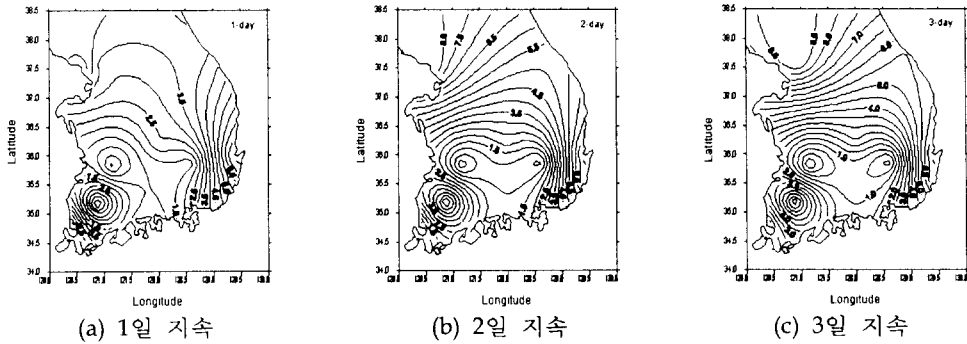


그림 4. 지속시간별 100년 빈도 강우량 변화율의 공간적 변화

## 5. 결론

최근들어 급증하는 집중호우의 시·공간적 변화양상을 분석하기 위해서 우리 나라의 대표적인 12개 우량관측소의 연 최대치 강우량 계열을 작성한 후 30년의 자료기간을 변화시키면서 1일, 2일, 3일의 지속기간별로 빈도해석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 대부분 지점의 확률강우량이 최근의 자료기간으로 올수록 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 1990년대 자료가 포함된 자료기간의 확률홍수량이 급증하고 있다. 이는 우리 나라 대부분의 지역에서 최근으로 올수록 집중호우로 인한 영향이 과거에 비해 증가하고 있음을 보여주는 것이라 할 수 있겠다.
- 2) 지속기간에 상관없는 확률강우량 분포의 공통적인 특징인 북위 36도 부근 내륙지역의 확률강우량이 다른 지역에 비해 현저히 작게 나타나고 있음을 알 수 있었다.
- 3) 지속기간 1일의 경우는 확률강우량이 포항, 울산, 광주 등의 지점에서 큰 증가양상을 보였으며, 2~3일의 경우는 중부지역이 큰 양상으로 증가하고 있었다. 따라서, 중부지역은 다른 지역에 비해 보다 장기적인 지속기간을 가지는 집중호우에 대한 대비가 필요할 것으로 판단된다.
- 4) 이상의 분석을 통해 전세계적인 기상이변으로 인한 집중호우의 증가양상을 정량적으로 파악하였고, 수공구조물의 설계빈도 결정시 자료기간 선정의 중요성과 기존 하천시스템의 홍수방어능력에 대한 재평가 필요성을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

- 건설부(1993), 1993년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서  
 김 승(1999), "이상기후에 따른 홍수관리대책", 이상기후 워크샵, 기상청  
 윤용남(1998), "우리 나라 치수방재대책의 향후 추진 방향", 한국수자원학회지, 제31권, 제5호  
 이종태(1998), "'98 홍수재해원인과 하천관리의 문제점", 한국수자원학회지, 제31권, 제5호