

호우역의 이동특성

전북대학교 공과대학 이재형*

전북대학교 공과대학 전일권**

전북대학교 공과대학 임용택***

1. 서언

기상요란 자체가 호우는 아니지만 밀접한 관계가 있다는것은 널리 알려진 사실이다. 기상요란을 종관스케일, 메조스케일, 적은스케일 등으로 구분하는데, 이와 관련하여 적은스케일의 호우역을 강우셀이라해서 그규모가 10^4km^2 정도이고 집중호우와 밀접한 메조스케일 호우역은 10^2-10^3km^2 정도이며, 종관규모의 호우역은 10^4km^2 이상이다.

호우역을 이상과 같이 구분하는것은 이론의 여지가 많지만, 대유역내의 집중호우이든 폭우형 집중호우이든 집중호우대가 이동해 가는것을 느낀 경험을 많이 가지고 있다. 위성에서 전송되는 에코코러스터(비구름)를 추적하다보면 그러한 심증은 현실감이 있어보인다. 이러한 현상을 평가해보려는 노력을 시도한것은 그리 오래되지 않았고 실무에 적용된 예도 흔지않다.

강우진행속도와 방향은 유출수문곡선에 영향을준다. 특히 비구름의 이동이 강우대의 이동보다 빨리 포착되므로 이에대한 정보는 강우예보에도 필요하다.

본 연구의 초점은 강우계의 이동속도와 비구름의 이동속도인 풍속과 상관이 있는지를 파악하는 일이다. 두현상 상이에는 Lagrange좌표계와 Euler좌표계의 관점과 유사한 관계에 있으나 지상에 고정돼있는 강우계측망의 강우자료를 이용해서 이동속도를 평가하고 오산지점의 고층에서 측정된 풍속자

* 전북대학교 공과대학 토목공학과 교 수

** 전북대학교 공과대학 토목공학과 대학원 박사과정

*** 전북대학교 공과대학 토목공학과 대학원 석사과정

료를 사용해서 관계설정을 시도해 보려고 한다.

2. 대상구역 및 수문자료

본 연구의 대상구역의 경위도는 동경 126°43'~127°55', 북위 35°37'~ 36°58'으로 중심구역은 금강유역이며 구역면적은 15,729.2km²이다.

본 단위 자료를 입수할 수 있는 중앙기상대 우량 관측소(자기)중에서 금

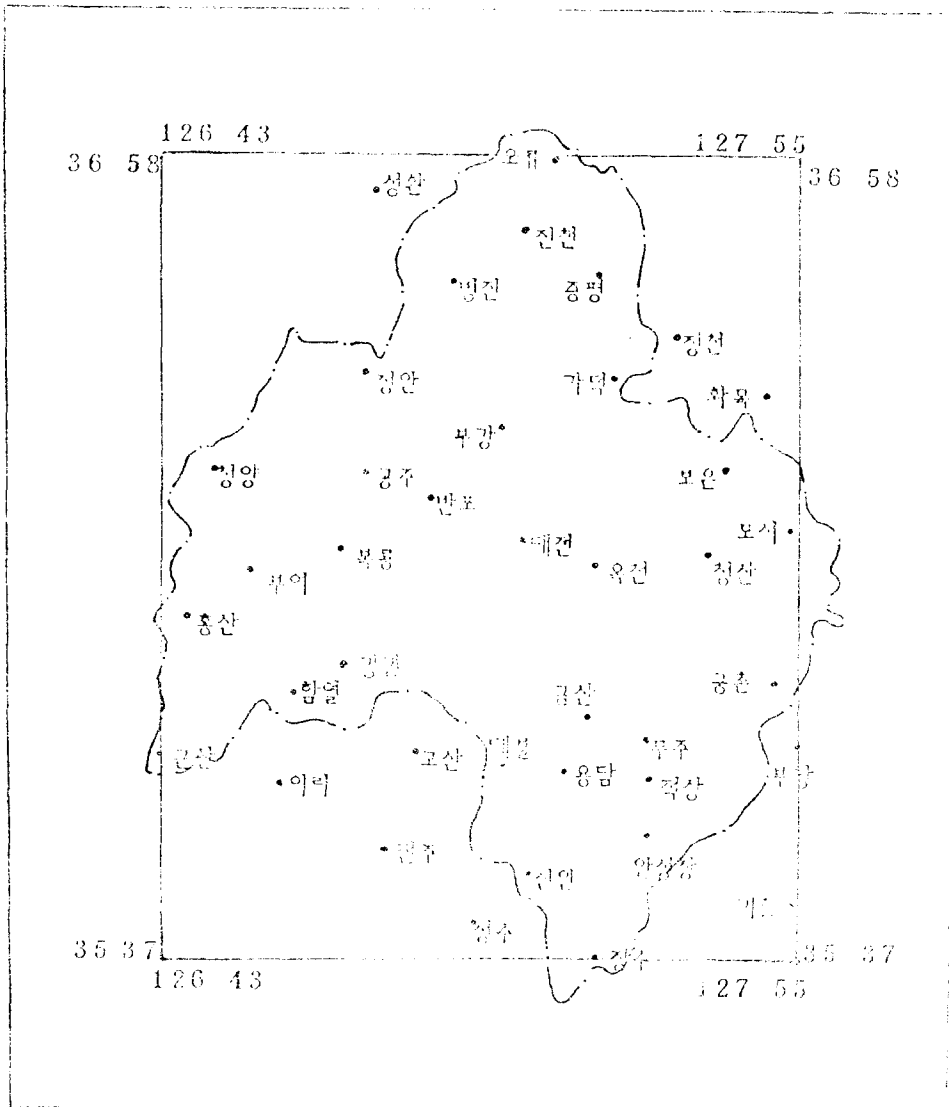


그림 2.1 대상관측소 위치도

강유역내 및 금강유역에서 얼마 벗어나지 않은 유역의 관측소를 대상으로 하였으며 본 연구에서는 총 50개지점의 관측소에 관측된 강우자료를 이용했으며 1개의 관측점당 평균면적은 300km²이다. 강우 관측소중 가장 가까운 곳은 무주-적상으로 8.0km이고 가장먼곳은 장수-오류로 149.0km이다. 각 관측소현황 및 위치도는 다음과 같다.

본 연구에서 이용한 수문자료는 강우량이 2일연속 80mm이상인 비교적 최근의 호우를 대상으로(표 2.1)했고, 각 지점강우가 연속해서 6시간 이상 무강우인 경우 한개의 독립 호우사상으로 분리하여 호우속도를 산정 하였다.

표 2.1

기 간	기 간
81.8.29 - 81.9. 3	83.7.22 - 83.7.24
84.8.31 - 84.9. 4	85.7. 7 - 85.7.12
87.7.21 - 87.7.23	87.7.25 - 87.7.27
87.8. 3 - 87.8. 4	87.8.28 - 87.8.30

3. 이론적 배경

3.1. 진행속도 및 방향결정방법

호우이동속도를 정하는 것은 간단하지 않다. 호우는 시간에 따라 이동하고 변화하는 복잡한 형태를 갖는다. 호우속도를 계산하는 방법에는 추적기법(Tracking techniques), 도심(Centroid)을 이용한 방법, 합성 결합 함수법(Composite matching function) 그리고 회귀방법(Regression)이 있다. 본 연구에서는 이중 회기분석방법을 이용해 호우진행속도와 방향을 산정하여 풍속과 호우속도, 풍향과 호우방향의 상관성을 분석 검토하려고 한다.

지점 강우량을 사용해서 호우의 이동속도를 평가 하기는 어려운 문제이다. 통계기법을 이용하는 경우에도 Cross-Covariance를 평가하여 도시하고 상관도의 이동특성으로부터 평가하는 방법과 선형회귀법을 이용해서 평가하

는 방법이 있는데, 전자의 경우 비선형 매개변수 추정문제가 동반되어 기법 상 어려움이 있다. 현지점에서 필요한것은 우량계의 자기 기록치에 의존하는 선형평가 기법이다. 선형회귀 기법으로 호우속도를 평가할 수 있다. 이 기법은 Marshall(1975)이 처음 사용한이래 Shearman(1977)이 그 유효성을 다시한번 입증한바 있다.

그림 3-2에서 거리 d만큼 떨어진 두관측소 i, j의 거리를 이동하는데 방향 이 속도가 v라면 이동시간은 t_{ij} 이다.

$$\begin{aligned}
 \text{여기서 } t_{ij} &= d \cos(\alpha - \theta) / v \\
 \cos(\alpha - \theta) &= \cos \alpha \cos \theta + \sin \alpha \sin \theta \text{ 이므로} \\
 t_{ij} &= (\cos \theta / v) d \cos \alpha + (\sin \theta / v) d \sin \alpha \\
 &= (\cos \theta / v) y_{ij} + (\sin \theta / v) x_{ij} \\
 &= b_1 y_{ij} + b_2 x_{ij} \qquad (3.1)
 \end{aligned}$$

여기서 X_{ij} : i관측점으로부터 j관측점까지의 수평거리

Y_{ij} : i관측전으로부터 j관측점까지의 수직거리

V : 호우진행 속도

θ : 북쪽방향을 시점으로 호우진행 방향

$$\cos \theta / v = b_1, \quad \sin \theta / v = b_2$$

b_1 과 b_2 가 계산되면 v 와 θ 는 다음과 같이 구한다.

$$v = (b_1^2 + b_2^2)^{-1/2} \qquad (3.2)$$

$$\theta = \tan^{-1}(b_2/b_1) \qquad (3.3)$$

x축과 y축 방향의 속도 U_x 및 U_y 는 다음과 같다.

$$U_x = -V \sin \theta \qquad (3.4)$$

$$U_y = -V \cos \theta \qquad (3.5)$$

t_{ij} 는 Marshall(1975)의 최적쌍의 기준인 cross correlation-function(상호상관함수)를 이용하여

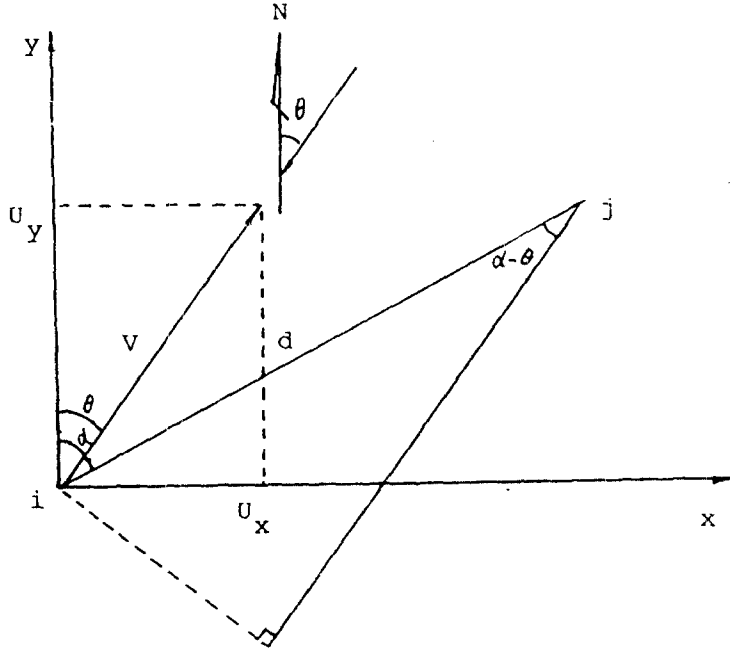


그림 3.2 i, j 점 사이의 호우이동

$$t_{ij}' = \text{Min}_{t_{ij}} \frac{1}{T-t_{ij}} \sum_{t=1}^{T-t_{ij}} |q_i(t+t_{ij}) - q_j(t)| \quad (3.6)$$

$q_i(t)$: 시각 t에서 i계측점에서 측정한 강우량

T : 강우에서의 시간간격의 수

t_{ij} : 지체시간

이때 $t_{ij} = t_{ij}' \Delta t \quad (3.7)$

4 결언

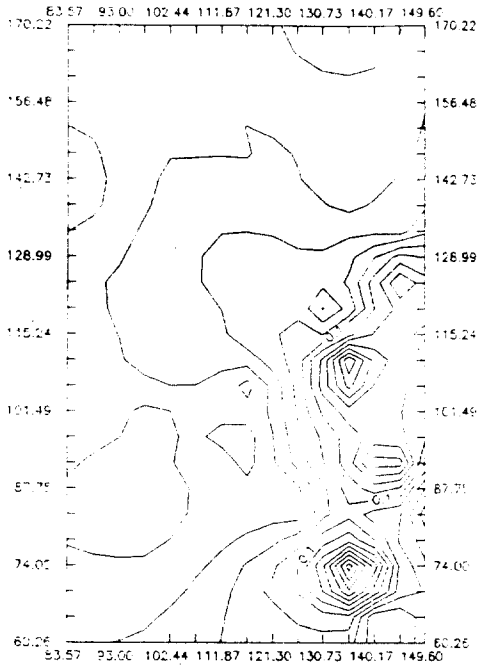
회귀방법에 의하여 평가한 호우속도의 결과를 요약하면 표4.1과 같다. 한편 그림 4.1은 등강우강도를 10분간격으로 도시한 것인데 이들 등강우강도를 증첩 시켜서 호우 진행속도를 평가할 수도 있다. 이와 같은 방법은 등강우강도가 주관적으로 그려져 있다는점과 침투 강우강도가 여러개 있을때 평균 호우진행속도 평가에 어려움이 따른다. 주관적인 방법은 객관성이 결

여되어 있지만 시각적인 관찰에는 도움을 준다. 호우속도와 오산지점의 700mb고도에서 풍속과의 상관성을 알아보기위해 호우와 바람의 이동속도를 그림 4.2에 도시하였는데 호우속도에 비하여 풍속이 대체로 더 빠르게 나타났다. 바람의 방향 및 호우이동방향에 대하여는 그림 4.3에 도시하였는데 호우방향과 바람의 방향은 거의 일치하는 경향을 보이고 있다.

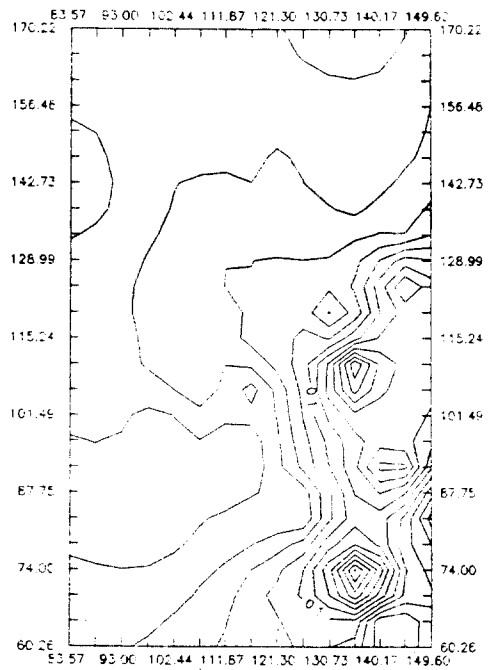
상기의 결과를 토대로 본 연구의 결론을 요약하면 호우의 진행방향과 바람의 진행방향은 상관성이 아주 양호하고 풍속과 호우의 속도는 이에비하여 상관정도가 떨어지나 상관성을 갖고 있는것은 분명하다.

기	간	시	간	호우속도(km/hr)	호우방향(deg)
1981.	8.	29	19:00-24:00	8.22	261.9
1981.	8.	30	00:00- 6:00	10.96	258.4
1981.	9.	2	18:00-24:00	8.68	176.7
1981.	9.	3	00:00- 6:00	4.05	156.3
1984.	8.	31	02:00-08:00	9.03	266.1
1984.	9.	1	10:00-16:00	7.08	267.1
1984.	9.	2	10:00-24:00	3.90	268.6
1984.	9.	2	2:00-10:00	5.73	261.5
1985.	7.	12	6:00-12:00	7.62	259.9
1985.	7.	7	2:00-08:00	5.63	258.6
1987.	7.	22	18:00-24:00	8.67	267.0
1987.	7.	23	00:00-06:00	9.35	257.9
1987.	7.	26	06:00-12:00	8.70	262.0
1987.	8.	4	14:00-20:00	8.02	267.2

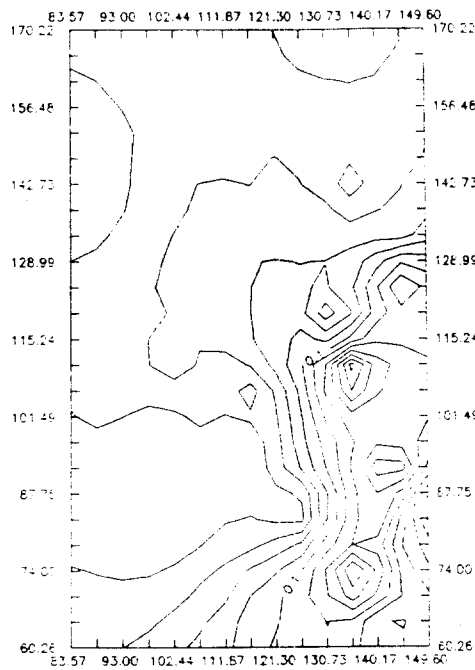
표 4.1 대상기간별 호우속도 및 방향



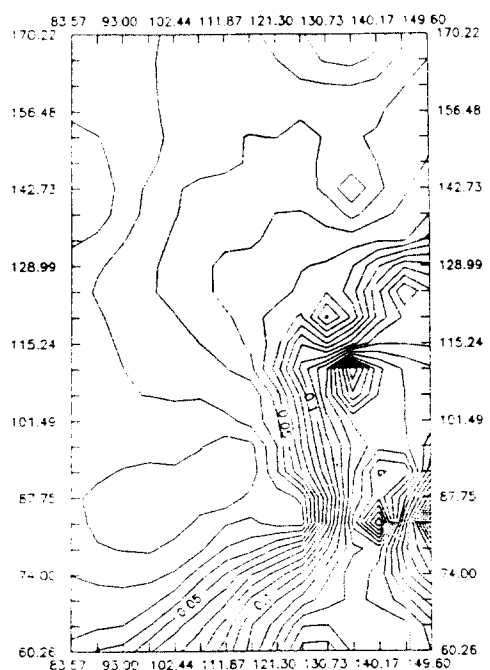
87.7.22 16:30-18:40 contour interval 0.02



87.7.22 16:40-18:10 contour interval 0.02



87.7.22 18:30-19:00 contour interval 0.02



87.7.22 19:00-19:10 contour interval 0.02

그림 4.1 시각별 호우역 분포현황 (mm/min)

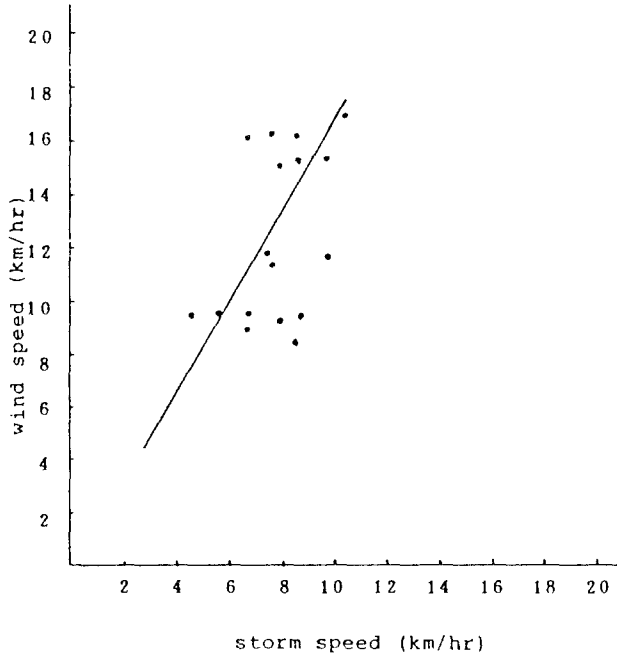


그림 4.2 태풍과 강우의 이동속도

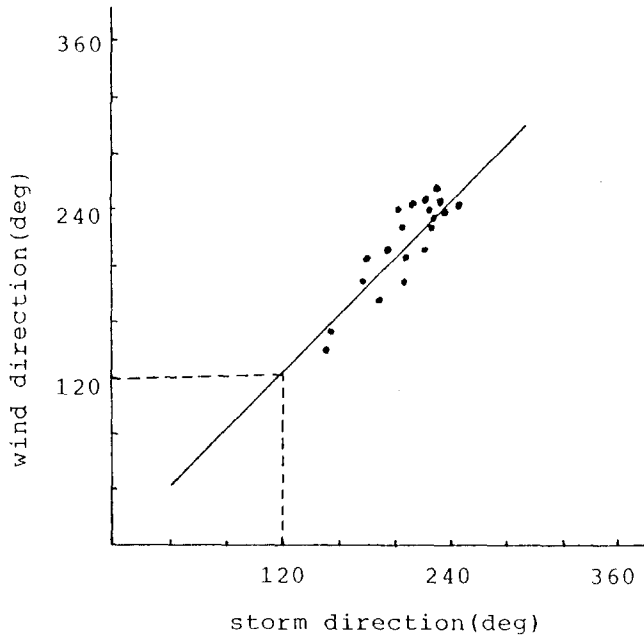


그림 4.3 태풍과 강우의 이동방향