

화강암 유역의 유출과정과 기후변화 -습윤지역과 반건조지역의 비교연구-

다나카유키야

경희대학교 지리학과 및 기초과학연구소 부교수

Yukinori Matsukura

츠쿠바대학 지구과학계 교수

1. 서론

물이 지형이 형성되는데 중요한 외적영력이다. 그러므로 사면수문학적인 연구가 세계여러지역에서 행해져야 된다. 기후조건의 차이는 특히 수문학적 과정에 큰 영향을 줄 것이다. 한편 화강암이 세계 널리 분포되어 있는 암석이므로 화강암유역을 가지고 기후조건이 다른 지역 간의 비교연구를 할 수 있을 것이다. 이 연구에서는 습윤지역인 한반도와 반건조지역인 몽골의 화강암유역을 대상으로 한 결과를 제시한다.

2. 화강암 유역

1) 습윤 화강암유역(K-Basin)

관측유역(K-basin)이 쥬라기 화강암 (대보화강암)으로 이뤄져 있으며 (KIGAM,1999) 서울 북쪽에 위치한다 (Fig.1). 유역면적이 0.0546 km²이며 최대기복이 150 m다. 화강암유역의 상부에는 많은 토르들이 나타난다. 화강암유역의 토양층의 두께는 편마암의 경우에 비하여 얇고 대부분 1m이하이며 토양의 입경도 조립 질을 나타낸다 (Wakatsuki 2001). 토양층의 침투능은 10⁻² to 10⁻³cm/s.

이 유역이 위치하고 있는 지역은 고온습윤한 여름과 저온건조한 겨울이라는 특징을 보여준다. 연 평균기온은 11도, 월 평균기온은 8월에 26도, 1월에 -5도를 나타낸다. 연강수량은 약 1300mm이며 약 70%가 6월에서 9월에 걸쳐 장마나 대풍으로 집중하여 내린다. 유역은 소나무나 참나무 삼림으로 피복되어 있다.

2) 반건조 화강암유역(M-Basin)

관측유역(M-basin)이 울란바토르에서 약 30km떨어져 있다 (Fig.1). 유역면적이 1.675km²이며 기복이 450m다. 관측유역이 삼첩기 조립질 화강암 (Gorkhi

granite) 으로 이뤄져 있다. 약 5m정도의 풍화층이 나타난다. 화강암산지에서는 꼭벽사면의 상부는 급하지만 하부는 완만하며 넓은 평단한 꼭저를 갖고 있다. 꼭저부에는 용천이 많이 나타난다.

이 유역이 위치하고 있는 지역은 저온건조한 겨울과 약간 온난습윤한 여름을 특징으로 보여준다. 연 평균기온은 2도인데 연교차는 50도정도가 된다. 월 평균 기온은 7월에 18도, 1월에 -30도를 나타낸다. 연강수량은 약 300mm이며 약 80%가 6월에서 9월에 걸쳐 집중하여 내린다(Institute of Geography, 1990). 유역은 남향사면이 초원식생이지만 북향사면이 이깔 나무의 삼림으로 피복되어 있다.

3. 연구방법

수위계(50cm depth probe Unidata)를 6inch parshall flume에 설치하여 유량 측정을 행했다. 우량계 (TBRG Davis 0.2 mm tipping bucket rain gauge)도 유량관측지점 근처에 설치했다. 이 데이터들을 10분 간격으로 데이터터거에 기록되었다. 유량: Q (l/s) 는 수위 H (cm)로 $Q=0.264H^{1.58}$ 로 나타낼 수 있다 (Japan Society of Civil Engineers, 1985):

4. 결과

1) K-basin

그림2는 1999년5월02일부터 10월08일까지의 hydrograph다. 이 기간 중의 총 강우량은 1138.4 mm 이며 강우강도 5 mm/hr 이상을 나타냈을 때 침투유출이 생겼다. 이 침투유출이후에도 감수곡선으로 나타나는 유출이 계속된다. 그러나 무가우시에는 기저유출이 거의 나타나지 않는다. 하천수의 전기전도율이 28.7 내지 39.4 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 를 나타낸다. 관측결과는 다음과 같이 정리되었다; 1) 10월에서 5월까지는 기저유출이 거의 나타나지 않는다, 2) 침투유출이후에도 늦은 유출이 나타며 6월에서 9월까지 기저유출이 나타난다.

2) M-basin

그림3는 1999년7월19일부터 10월10일까지의 hydrograph다. 총강우량은 264.8 mm 이며 강우강도 10 mm/hr 이상을 나타냈을 때에만 침투유출이 생겼다. 하천수의 전기전도도는 45.7-55.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 를 나타낸다. 유출고는 7월19일에 0.00057 (mm/hr) 였지만 10월10일에는 0.01 (mm/hr)로 많아 졌다. 그 결과들이 다음과 같이 정리된다. 1) 기저유출이 나타나며 관측기간 중 기저유출이 증가하는 경향을 보여 준다. 2) 침투유출이 강우가 시작하면서 30분 이내에 생기며 빠른 반응을 보여 준다.

5. 결론

K-basin 과 M-basin 에서 나타난 수문곡선을 비교해 보면 뚜렷한 차이가 있다. K-basin에서는 침투유출이후에도 직접유출이 지속적으로 나타나지만 M-basin에서는 그렇지 않다. 이것은 K-basin에서는 측방류나 파이프류가 유출에 기여하고 있다는 것을 의미하나. 그러나 M-basin에서는 주로 Hortonian 지표류에 의한 빠른 유출만이 직접유출에 기여하고 있다는 생각된다. M-basin에서는 강우강도 10mm/hr이였을 때만 침투유출이 생겼는데 강우가 시작되거나 종료되면 1 시간 이내에 유출이 나타나거나 살아지게 된다. 유역면적이 1 내지 10km² 일 경우 Hortonian 지표류에 의한 유출의 지체시간이 1 시간 이내로 된다(Jones, 1997).

결과적으로 K-basin에서는 측방류나 파이프류로 토양층에서 산사태가 일어나게 된다. 한편 M-basin에서는 Hortonian 지표류에 의한 포상침식이 많이 나타나게 된다. 두 유역의 유출과정은 표1과 같이 정리된다.

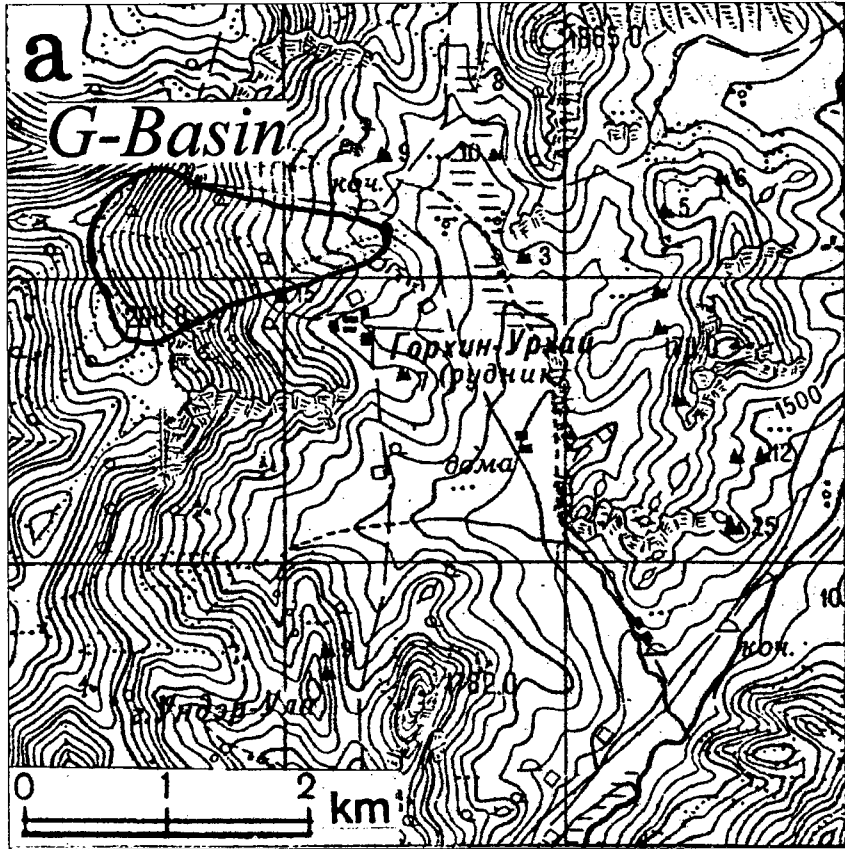
6. 인용문헌

Institute of Geography, Mongolian Academy of Science. 1990. National Atlas of Mongolia. Ulaanbaatar.

Jones, J.A.A.1997. Subsurface flow and subsurface erosion, in D.R. Stoddart (ed) Process and form in geomorphology. Loutledge, London.

Korean Institute of Geology, Mining and Materials, 1999. Geological map of 1:250000 scale, Seoul-Namchonjeom sheet.

Wakatsuki, T. 2001. The difference in formation of soil layers and its effect on soil slips on Korean granite and gneiss slopes: Dissertation for Tsukuba Univ., 97p. (in Japanese with English abstract).



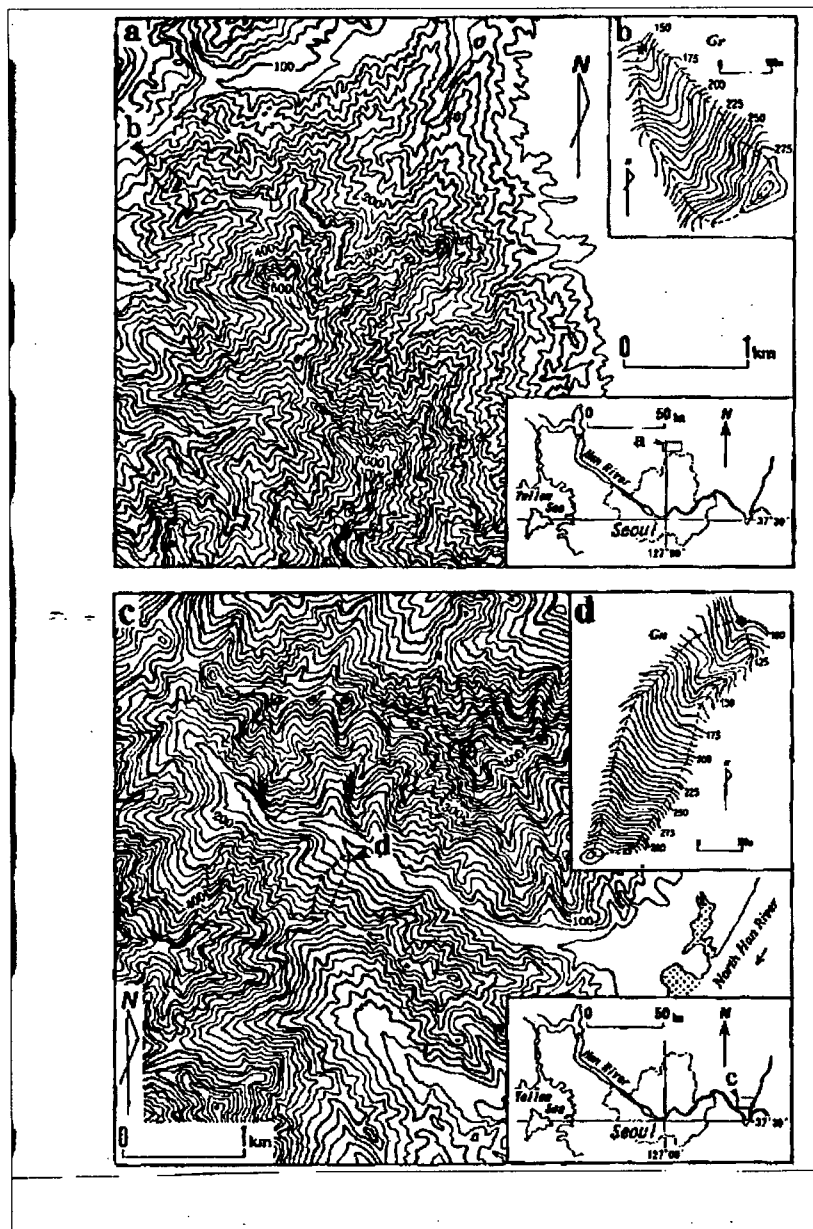


Fig. 1. Geomorphologic map of around experimental basins.
 The left map shows Mongolian drainage basin (M-basin). The counter interval of the map is 20m.
 The right map shows Korean drainage basin (K-basin). The counter interval of the map (b) is 5 m.

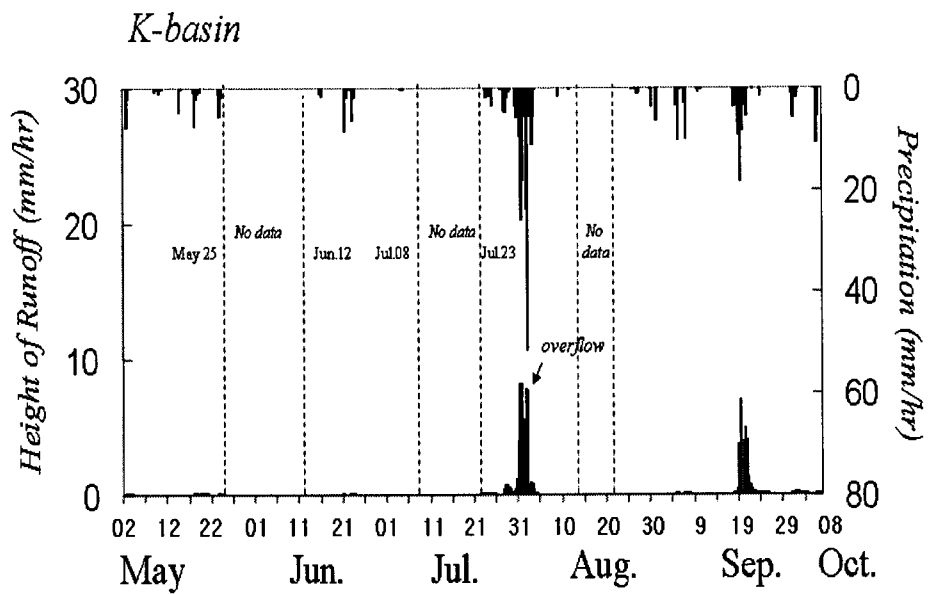


Fig. 2. Hydro- and Hyeto- graph of Korean granite basin (K-basin) of 1999. The total precipitation and total runoff of the experimental periods show 1138.4mm and 574.9 mm, respectively. The experimental period is from May 02 to Oct 08 1999

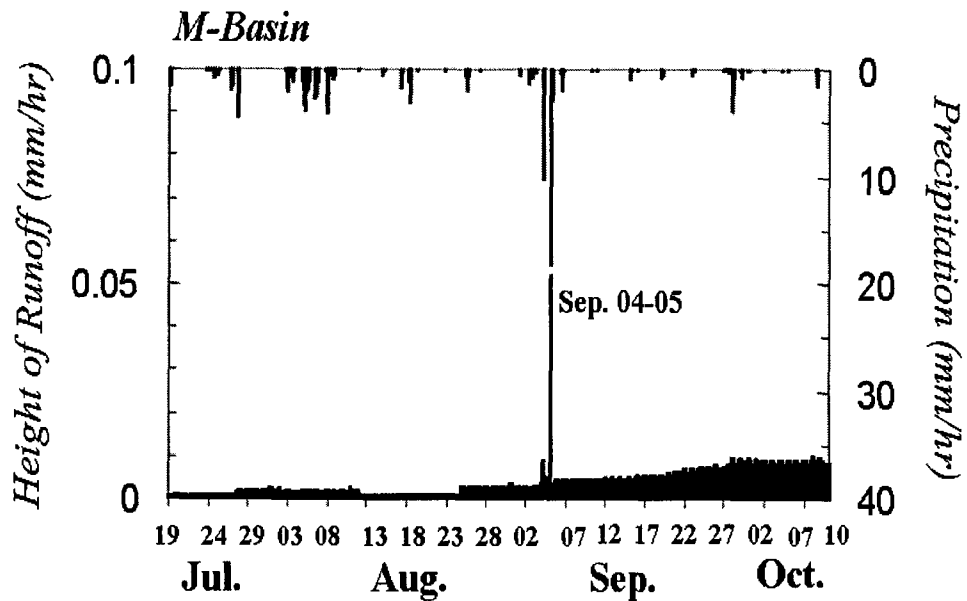


Fig. 3. Hydro- and Hyeto- graph of Mongolian granite basin (M-basin) of 1999. The total precipitation and total runoff of the experimental period show 264mm and 19 mm, respectively. The experimental period is from Jul 19 to Oct 16 1999

Table 1. Runoff Characteristics of Korean and Mongolian Granite Drainage Basins.

	<i>K-Basin</i>	<i>M-Basin</i>
유출률	0.50	0.072
직접유출	5 mm/hr이 상 침투유출 이후에도 지속적으로 유출	10 mm/hr일 때만 지체시간이 1시간이내의 빠른 유출
기저유출	거의 없음	지속적 및 증가
주요한 유출과정	측방류 및 파이프류	Hortonian 지표면류