

동해안지역 가용수자원의 시공간적 특성에 관한 연구

A Study on the Temporal and Spatial Characteristics of Available Water Resources of Eastern Coastal Area, Korea

박 상 덕* · 심 재 현**
Park, Sang Deog · Shim, Jea Hyun

Abstract

This is to study the characteristics of available water resources (AWR) of the eastern coastal area in Korea. A rating curve was suggested at Yangyang water level station of the Yangyangnamdai river. Annual mean precipitation of this area is 1365.8 mm. Annual mean precipitation in central and northern area of eastern coastal area is more than that of southern area because of orographic precipitation occurred by the north-easterly air flow from the East sea. By the correlation analysis of monthly rainfall depths between rainfall gauging stations it is presented that the rainfall gauging stations located in coastal region have the regional representativity, but the rainfall gauging stations located in the westward of mountains have a strong locality. AWR of eastern coastal area by the application of runoff coefficient 0.665 is $1134.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ and 28.6 percentage for total water resources. In each watershed AWR is $193.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ in the Yangyangnamdai river, $109 \times 10^6 \text{ m}^3$ in the Kangnungnamdai river, and $146.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ in the Samcheokosip river. The seasonal changes of AWR are smaller than those of precipitation. The seasonal rates of AWR are 30.3 % in summer and 19.1 % in winter, and those of the AWR to total water resources are 86.3 % in winter, 60.1 % in spring, 50.1 % in autumn, and 25.7 % in summer. The results of this study may be used to establish the water resources planning of eastern coastal area.

요 지

본 연구는 우리나라 동해안 지역에서의 가용수자원 특성을 조사분석한 것이다. 이를 위하여 양양 남대천 유역의 양양수위표 지점에서 수위-유량관계곡선을 제시하였다. 동해안 지역의 연평균 강수량은 1365.8 mm로서 동해안 중부와 북부 지역이 남부지역보다 많다. 이는 중부와 북부지역의 강수가 동해로부터 유입되는 북동기류에 의한 지형성 강우에 영향을 받기 때문이다. 월강수량 계열의 강우관측 지점간 상관분석 결과 해안지역 강우 관측소는 지역적 대표성이 있으나 태백산맥 서쪽지역은 국지성이 강하다. 양양남대천 유역에서 조사된 유출계수 0.665에 의하면 동해안지역

* 강릉대학교 공과대학 토목공학과 부교수

** 한국지방행정연구원 방재연구실 책임연구원

의 가용수자원은 $1134.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 으로 총수자원량의 약 28.6 %를 나타내고 있다. 주요 유역별 가용수자원량은 양양남대천 $193.7 \times 10^6 \text{ m}^3$, 강릉남대천 $109 \times 10^6 \text{ m}^3$, 삼척오십천 $146.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ 이다. 가용수자원의 계절적 변화는 강수량의 계절적 변화에 비하여 작으며, 가용수자원량은 여름에 30.3 %로 가장 많고 겨울에는 19.1 %로 가장 적다. 총유출량에서 가용수자원이 차지하는 비율은 겨울 86.3 %, 봄 60.1 %, 가을 50.1 %, 여름 25.7 %의 순이다. 본 연구의 결과는 동해안지역의 용수수급계획 수립에 기여할 수 있을 것이다.

keywords : available water resources, orographic precipitation, coastal region, runoff coefficient, water resources planning

1. 서 론

한반도는 남북을 연결하는 태백산맥이 동쪽으로 치우쳐 있어 영동과 영서지역의 수문기상학적 특성과 지형적인 특성에는 현격한 차이가 나타나고 있다. 영동지역은 우리나라 동해안을 따라 길게 놓여 있으며 인구가 약 100만명에 이르고 있다. 이 지역의 연평균 강수량을 보면 대체적으로 전국 평균보다 많으며 특히 6~9월의 강수량 집중도는 전국 평균 66 %에 비하면 작은 편으로서 우리나라의 다른 지역에 비하여 상대적으로 계절적 편중이 덜한 시간적 특성을 나타내고 있다. 이와 같이 동해안 지역은 우리나라의 다른 지역에 비하여 시간적·공간적인 면에서 볼 때 비교적 좋은 수자원 부존특성을 나타내고 있으나, 동해안 지역의 하천은 유역폭이 좁고 하천연장과 유역면적이 작아 이용가능 수자원량이 부족한 실정이다. 이러한 문제는 환동해 경제권의 활성화에 따라 앞으로 예상되는 동해안 지역 산업 및 경제활동의 고도화에 수반될 수 밖에 없는 급격한 용수수요에 대한 공급능력의 심각한 불안정성을 예견케 하는 것이다. 이는 역으로 동해안 지역 산업 및 경제활동의 고도화를 저해하는 가장 큰 문제의 하나로 작용하게 될 것이다.

우리나라의 가용수자원에 대한 연구로는 최종근 등(1983)이 우리나라 본토 전역을 5개의 권역으로 나누어 수위-유량곡선을 이용하여 가용수자원을 추정한바 있다. 여기서 동해안의 가용수자원은 모노노베가 제시한 연평균 유출계수 0.8로 가정하여 추정되었다. 이외에 현재 동해안 지역 수자원에 대한 연구는 거의 전무한 실정이며 앞으로 동해안 지역의 개발을

위해서는 이 지역에 대한 연구가 선행되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 동해안 지역의 수자원 부존량을 조사하고, 가용수자원량의 시간적·공간적 특성을 분석함으로써 앞으로 예상되는 이 지역 용수공급의 불안정성 문제에 적극적으로 대처함으로써 동해안 지역의 산업 및 도시발전 기본계획수립을 위한 기초적 자료를 제공하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 기본자료 및 유역특성

2.1 기본자료

본 연구에서 대상으로 하는 동해안 유역은 강원도 동해안 지역으로서 북부는 속초시와 고성군의 경계이고 남부는 강원도와 경상북도의 경계에 이르는 지역이다. 동해안 지역의 가용수자원에 대한 시간적인 특성은 이 지역에 설치되어 있는 강우 및 수위관측지점에서 관측된 일강우량과 수위자료를 바탕으로 조사분석되었다.

동해안 지역 인근의 강우 관측지점은 25개소, 수위 관측지점은 4개소로서 본 연구에서는 자료의 보유현황을 감안하여 표 1과 같이 강우 관측지점은 건설교통부 관할 15개소와 기상청 관할 6개소를 합하여 21개소, 수위 관측지점은 건설교통부 관할 1개소를 선정하였다. 21개의 강우 관측소중에 영동지역에 위치한 지점이 6개소, 영서지역에 12개소, 영동과 영서의 경계에 2개소가 있다. 영서지역에 위치한 강우 관측소는 태백산맥을 따라 위치해 있어 영동지역과의 거리는 매우 가깝다. 동해안 지역의 강우량 및 수위 관측소의 자료기간은 표 1과 같고 강우관측지점의 위치

는 그림 1의 동해안지역 유역도에 나타난 바와 같다. 표 1에서 영동과 영서는 태백산맥을 분수계로 구분할 때 동쪽과 서쪽을 의미하며, 영서는 분수계에 근접한 지역이고 영동의 사면은 태백산맥의 영동지역 사면을 의미한다. 태백산맥의 영동지역은 급경사이고 영서지역은 고원지대이거나 완경사지이다.

강우자료의 일관성 검정은 도식적인 방법인 이중누가우량분석 방법 (Bras, 1990)에 의하였으며 관측소가 산간지역에 위치해 있는 경우가 많은 점을 감안하여 계절강수량자료의 누적량과 인근 관측소의 계절강수량 평균값을 도시하여 일관성을 판단하였다. 이때 인근 관측소의 선정은 자료의 기간과 지형적인 특성을 고려하여 이루어졌으며 기상청 관할 각 관측소에 대해서는 인근 4개 관측소를, 건설부 관할 각 관측소는 인근 7개 관측소를 선정하여 이중누가우량 분석을 하였다. 그 결과 기상청 관할 관측소의 강우자료는 비교적 일관성이 좋았으며 건설교통부 관할 강우자료는 이에 비하여 일관성이 떨어지나 대체로 양호한 일관성을 나타내고 있다. 대부분의 관측소에서 1984년 이후에는 결측이 발생하지 않았으며 결측된 경우에는 그 이전의 자료를 모두 기각처리하였다.

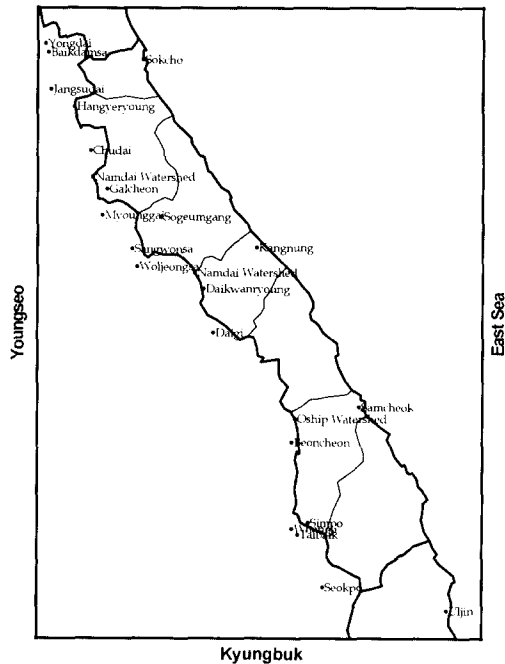


그림 1. 동해안 지역 유역도

표 1. 강우 및 수위 관측소

관할기관	지 점	자료관측기간	자료관측년수	비 고	
강우량	기상청	속 초	1968. 1.- 1995. 12.	28	영동, 해안
		강 풍	1952. 1.- 1995. 12.	44	영동, 해안
		대관령	1972. 1.- 1995. 12.	24	경계
		삼 척	1973. 1.- 1995. 12.	23	영동, 해안
		태 백	1986. 1.- 1995. 12.	9	영서
	건설교통부	울 진	1972. 1.- 1995. 12.	24	영동, 해안
		용 대	1968. 1.- 1995. 12.	28	영서
		백담사	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		장수대	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		한계령	1987. 1.- 1995. 12.	12	경계
		추 대	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		감 천	1987. 1.- 1995. 12.	12	영동
		명 개	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		소금강	1987. 1.- 1995. 12.	12	영동, 사면
		상원사	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		월정사	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		대 기	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		변 천	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서
		실 포	1986. 1.- 1995. 12.	10	영동
황 지	1968. 1.- 1995. 12.	26	영서		
석 포	1987. 1.- 1995. 12.	12	영서		
수위	건설교통부	양양남대천	1987. 1.- 1995. 12.	9	1990년 제외

2.2 유역특성

동해안 유역은 한반도의 남북으로 뻗어 있으며 서쪽으로는 태백산맥이 있고 동으로는 동해바다에 연하여 있다. 이 지역은 유역의 폭이 좁고 태백산맥쪽은 대단히 급한 사면으로 이루어져 있으며 해안쪽은 매우 완만한 구릉지이거나 퇴적평야이다. 본 연구에서는 동해안 지역의 가용수자원에 대한 시간적인 특성과 공간적인 특성을 파악하기 위해서, 동해안 유역이 해안선을 따라 남북으로 길게 놓여 있는 점을 감안하여 이 지역을 북부, 중부, 남부로 구분하였다. 각 지역의 대표적인 하천으로 북부지역은 양양남대천, 중부지역은 강릉남대천, 남부지역은 삼척오십천을 선정하였다. 이들 각 하천은 동해안 지역의 대표적인 하천이며 각 유역특성은 다음 표 2와 같다. 여기서 하천 차수는 Horton의 방법을 적용 1:50,000 지형도에 나타나 있는 하천 수계도를 대상으로 판단하였다. 1992년 강원도에서 실시한 각 하천의 하천정비기본계획에 의하면 토지이용도는 중부에 위치한 강릉남대천 유역의 농경지가 다른 지역에 비하여 월등히 많은 비율을 차지하고 있으며, 양양남대천과 삼척오십천은 임야가 87% 이상을 차지하고 있다.

표 2. 하천별 유역특성

하천명	구분	분류길이 (km)	유역면적 (km ²)	유역폭 (km)	유역형상 계수	유역 경사	하천 밀도	하천 차수	토지이용도 (%)		
									농경지	임야	기타
양양남대천		54.0	474.8	8.8	0.163	0.245	0.308	5	3.4	88.6	8.0
강릉남대천		31.2	256.1	8.2	0.263	0.214	0.300	5	17.1	75.2	7.7
삼척오십천		56.8	394.7	7.0	0.122	0.270	0.222	5	0.6	87.6	11.8

2.3 유출계수

가용수자원의 추정을 위해서는 유역의 평균유출계수가 필요하다. 이를 추정하기 위해서는 강우와 유출자료가 있어야 하나 동해안지역에는 건설교통부 한강홍수통제소에서 관할하는 양양남대천의 양양, 강릉남대천의 강릉, 삼척오십천의 삼척, 전천의 북평 수위관측 관측지점이 있어 수위관측이 이루어지고 있으나 본 연구와 같은 수자원 분석에 사용 가능한 수위-유량관계식이 전혀 없어 연평균유출계수의 추정이 곤란하다. 강릉남대천에서 1984년과 1985년에 수위와 유량관측을 통하여 제시된 수위-유량관계식이 있으나 이 지점에서 심한 하상변동으로 인하여 사용할 수 없을 뿐 만 아니라 관측자료가 저수위에 해당하는 것이어서 유출계수의 추정에 사용할 수 없는 실정이다. 또한 1995년 강릉남대천과 삼척오십천에서 수위와 유량관측을 통하여 수위-유량관계식을 제시하였으나 (건설교통부 한강홍수통제소, 1995) 이들 모두 저수위에 대한 것이어서 본 연구에는 사용할 수 없었다.

따라서 본 연구에서는 양양남대천 수위표 지점에서 수위와 유량을 관측하여 수위표 지점의 수위-유량관계식을 구하였다. 표 3은 양양남대천 유역 하류부의 양양 수위표지점인 양양교에서 측정한 수위와 유량성과이다. 여기서 수위는 양양 수위표의 수위이며, 유속은 고수시에는 봉부자를 제작하여 사용하였고 (한국수문학회, 1995) 저수시에는 전자식 유속계를 사용하여 측정되었다. 그 결과 양양수위표 지점의 수위-유량관계식은 식 (1) 과 같이 유도되었으며 상관계수는 0.9782이었다. 식 (1)에서 Q는 유량 (CMS) 이고 H는 양양수위표 수위이다.

$$Q = 4.514H^{0.280} \quad (1)$$

양양 남대천 유역의 유출계수는 양양수위표 지점의 1987년부터 1995년까지 9년간 관측된 수위와 유

역의 강우량자료중에 유출계수가 1보다 큰 1990년 자료를 제외한 8년간의 자료를 이용하여 구하였다. 유역평균면적 강우량은 Thiessen법을 적용하였으며 여기서 영동지역과 영서지역의 강우량간에 현격한 차이가 나기 때문에 영서지역에 있는 추대와 명개를 제외한 한계령, 갈천, 소금강, 속초의 강우량 자료가 사용되었다. 그 결과 연도별 유출계수는 표 4에 나타난 바와 같고 년평균 유출계수는 0.665 이었다. 이는 최종근 등(1983)이 우리나라의 유역별 가용수자원의 추정에 관한 연구에서 모노노베가 산지하천에서 제시하고 있는 0.8을 동해안 지역의 유출계수로 가정한 것과는 큰 차이를 보이는 것이다. 이러한 차이는 동해안 지역이 완전한 산지하천 유역이라고 하기보다는 중상류지역은 급경사 산지이고 중하류지역은 완만한 충적지이기때문인 것으로 판단된다.

표 3. 양양남대천 양양교 지점의 수위와 유량측정 결과

구분 번호	관측일시	수위 (m)			단면적 (m ²)	평균유속 (m/sec)	유량 (cms)	관측 방법
		초기	종료	평균				
B-1	1995. 7. 10. 18:17-19:01	1.720	1.680	1.700	165.4	0.403	66.7	부자
B-2	1995. 7. 19. 17:48-18:24	1.940	2.040	1.990	177.2	1.198	212.2	*
B-3	1995. 7. 19. 19:43-20:20	2.080	2.080	2.080	190.9	1.355	258.7	*
B-4	1995. 8. 25. 14:54-15:29	2.800	2.750	2.775	419.8	2.065	866.8	*
B-5	1995. 8. 25. 15:47-16:20	2.730	2.660	2.695	396.7	2.046	811.4	*
B-6	1995. 8. 25. 18:45-18:59	2.500	2.460	2.480	277.8	1.904	528.9	*
C-1	1995. 7. 12. 15:25-16:43	1.140	1.140	1.140	49.0	0.376	18.4	유속계
C-2	1995. 7. 19. 15:00-15:36	1.480	1.560	1.520	47.2	1.252	59.1	*
C-3	1995. 7. 28. 15:38-16:05	1.340	1.340	1.340	29.4	0.429	12.6	*
C-4	1995. 9. 29. 16:00-17:00	0.935	0.935	0.935	15.8	0.342	5.4	*
C-5	1995.10. 24. 17:00-17:30	0.938	0.938	0.938	3.7	0.703	2.6	*
C-6	1996. 6. 27. 17:00-17:35	1.090	1.090	1.090	12.9	0.217	2.8	*

표 4. 양양교 지점의 연평균 유출계수

구분	1987	1988	1989	1991	1992	1993	1994	1995	평균
총강수량 (×10 ⁶ m ³)	690.00	536.96	798.17	500.06	702.97	635.64	507.26	566.99	628.84
총유출량 (×10 ⁶ m ³)	610.95	456.73	622.58	344.92	433.25	427.43	171.78	277.53	418.15
유출계수	0.885	0.851	0.780	0.582	0.616	0.672	0.339	0.489	0.665

3. 수문기상학적 특성

3.1 강수원인 분석

동해안 지역은 태백산맥의 급한 사면이 해안으로 부터 가까이 있는 지형적 특성으로 인하여 하계에는 집중호우, 동계에는 대설이 자주 발생하고 있다. 유역의 서쪽 분수계에는 태백산맥을 따라 설악산, 오대산, 청옥산등과 같은 큰 산이 있고 유역의 동쪽으로

는 바다와 연하여 있어서 동해안 지역의 폭이 작음에도 불구하고 기상특성의 국지적인 차이와 시간적인 변화가 심하다. 본 연구에서는 이 지역에서 발생한 강수의 원인을 분석하기 위하여 기상청 관할 강우 관측 지점인 속초, 강릉, 대관령, 삼척, 태백, 울진의 일강우자료(건설교통부, 1987~1995)와 지상일기도(기상청, 1980~1995년)를 바탕으로 지형성 강우빈도를 조사하였다. 이 지역의 지형성 강우는 바다로부터 유입되는 북동기류에 기인하고 있으며, 다음과 같은 근거에 따라 지형성 강우 여부를 판단하였다.

- ① 강릉과 대관령의 일강우를 비교하여 어느 한 지점만 비가 왔을 때
- ② 지상 일기도상에서 동해안 지역이 저기압의 가장자리에 있으며 비가왔을 때
- ③ 태풍은 제외
- ④ 전선성 강우 제외

표 5는 동해안 지역의 강우 원인중에 지형성 강우가 차지하는 정도를 분석한 것으로서 여기서 강수사상은 일강우자료상에서 무강우일이 1일인 경우를 독립강우사상의 한계로 보고 구하였다. 표 5에서 대관령의 괄호안의 값은 강릉과 대관령을 비교하여 대관령만 강수가 있는 경우에 대한 것이다. 표 5에서도 알 수 있는 바와 같이 강수의 원인은 해안지역보다는 산맥의 정상에 있는 대관령 지점이 지형성 강수의 비율에서 훨씬 더 크고 북부인 속초, 중부인 강릉, 남부인 삼척에서 지형성 강수는 강수일수가 대략 25%, 강수사상이 19% 전후를 기록하고 있으나 태백과 울진은 강수일수에서 23% 미만, 강수사상에서 18% 미만을 기록하고 있어 동해안지역의 강수특성은 해안지역과 태백산맥 산간지역, 울진 태백지역이 뚜렷한 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 즉 영동지역이 울진, 태백지역에 비하여 지형성 강우가 많다고 할 수 있다. 이는 지형성 강우의 원인이 되는 바다로부터 유입되는 북동기류(강릉지방 기상청, 1995; 김창세 등,

1990)의 영향이 울진 태백에는 약화된 것을 의미하며, 대관령에 지형성 강우가 해안지역보다 강한 것은 동해안 유역으로 유입되는 북동기류가 태백산맥에 가로막혀 강제상승되는데 따른 것이라고 할 수 있다.

3.2 지점강수량 상관분석

동해안 지역 강우의 공간적인 특성을 파악하기 위하여 21개 강우 관측소간의 월강수자료에 대한 상관분석을 실시하였다. 표 6의 대각선 하단부는 각 지점간의 상관계수와 직선거리(km)를 나타낸 것이고 상단부는 상관계수를 나타낸 것이다. 표 6에서도 알 수 있는 바와 같이 영동지역과 영서지역의 관측지점간 거리가 영동지역의 강우 관측지점간 거리에 비하여 매우 짧음에도 불구하고 상관성이 상대적으로 낮고, 영동지역은 관측지점간의 상관계수가 높는데 비하여 영서지역은 상관관계에 일관성이 없는 것을 알 수 있다.

표 7은 지역별 및 관측지점별 월강수자료의 상관계수별 dots를 나타낸 것이다. 여기서 영동은 대관령을 포함한 것이며 울진과 영서간의 상관에서는 한계령을 포함한 것이다. 표 7에서 0.8이상의 상관계수를 나타내는 비율을 보면 영동지역 강우 관측지점간에 가장 큰 71.4%이며, 이로 미루어 볼 때 영동지역은 강우 관측지점간의 월강수사상의 동질성이 강하고 영서지역의 월강수사상은 강우 관측지점이 산간에 위치해 있어 국지적 특성이 강한 것으로 판단된다. 영동과 영서의 경계에 위치한 한계령의 월강수량은 다른 지점과의 상관계수가 장수대의 0.8158을 최고 값으로 하고 그 외에는 0.8 미만으로 다른 지점의 경우와 비교하여 볼 때 상대적으로 작다. 이는 한계령의 강우특성이 독특함을 나타내는 것이라고 생각된다. 삼척과 변천을 제외하면 울진도 다른 지점에 비하여 상관계수가 낮아 월강수사상이 특이함을 알 수 있다. 한계령과 같이 경계에 위치한 대관령은 월정사를 제외한 인근 지점과 비교적 높은 상관계수를 나타내어 한계령과는 다른 특성을 보여 주고 있다.

표 5. 지점별 지형성 강우분석

지점	총강수		지형성강수		지형성강수비율(%)	
	강수일수	강수사상	강수일수	강수사상	강수일수	강수사상
속 초	1471	667	366	132	24.9	19.8
강 룡	1521	738	381	136	25.0	18.4
대관령	1992	905	683(268)	242	34.3(13.5)	26.7
삼 척	1279	710	320	137	25.0	19.3
태 백	969	487	214	87	22.1	17.9
울 진	1398	693	320	112	22.9	16.2

3.3 면적강수량

면적강수량을 산정하기 위하여 동해안 지역의 선

표 6. 동해안지역 강우관측지점간 월강수량의 상관계수 및 지점간 직선거리 (km)

용 대	백담사	장수대	추 대	명 개	상원사	월정사	대 기	번 천	황 지	태 백	석 포	한계령	속 초	갈 천	소금강	대관령	강 릉	심 포	삼 척	울 진	
용 대	0.1, 0	0.8420	0.9188	0.7646	0.8973	0.8311	0.7640	0.8655	0.7713	0.6111	0.8625	0.7078	0.7927	0.7457	0.9244	0.8447	0.7445	0.6692	0.8552	0.6356	0.6013
백담사	5.7	0.1, 0	0.8377	0.7488	0.7876	0.7686	0.7478	0.7376	0.7425	0.6778	0.6775	0.6458	0.7001	0.7134	0.7236	0.7628	0.7824	0.6656	0.6846	0.6642	0.6407
장수대	7.0	5.3	0.1, 0	0.8229	0.8966	0.8264	0.8562	0.8514	0.7962	0.8130	0.8666	0.7763	0.8158	0.8140	0.8881	0.8154	0.7969	0.7354	0.8672	0.7012	0.6637
추 대	22.0	17.8	15.2	0.1, 0	0.9012	0.7370	0.8286	0.8345	0.7821	0.7680	0.8348	0.7945	0.7152	0.6623	0.7319	0.7573	0.7363	0.6812	0.8403	0.6603	0.6006
명 개	35.6	30.8	29.1	14.2	0.1, 0	0.7935	0.8389	0.9003	0.7974	0.7920	0.8816	0.8040	0.7396	0.7981	0.9215	0.8463	0.7636	0.7506	0.8854	0.7131	0.6411
상원사	46.4	41.2	40.2	25.6	11.5	0.1, 0	0.7385	0.8012	0.7724	0.7173	0.7933	0.7441	0.7275	0.7410	0.9215	0.8068	0.9371	0.7314	0.7807	0.6933	0.6684
월정사	52.2	47.1	45.9	31.1	16.9	5.9	0.1, 0	0.7490	0.6931	0.7128	0.7893	0.6925	0.7588	0.6634	0.8722	0.7439	0.6961	0.6249	0.7807	0.5609	0.5251
대 기	72.9	67.4	67.0	52.8	38.8	27.4	22.4	0.1, 0	0.9143	0.8327	0.9414	0.8815	0.7532	0.7898	0.9028	0.8630	0.8722	0.8479	0.9364	0.8244	0.7988
번 천	103.8	98.2	98.1	84.1	70.1	58.6	53.4	31.2	0.1, 0	0.8325	0.9009	0.8432	0.6961	0.7393	0.8402	0.8681	0.9312	0.8410	0.9188	0.8827	0.8553
황 지	114.4	109.0	108.2	93.5	79.3	68.1	62.4	41.9	16.4	0.1, 0	0.8967	0.7256	0.7170	0.6082	0.8737	0.7197	0.6619	0.6435	0.8995	0.6383	0.6457
태 백	115.5	110.2	109.3	94.6	80.4	69.2	63.5	43.1	17.8	1.5	0.1, 0	0.9430	0.7570	0.7702	0.9061	0.8447	0.8472	0.8340	0.9830	0.8097	0.7660
석 포	129.6	124.2	123.4	108.7	94.5	83.3	77.6	57.1	29.3	15.2	14.1	0.1, 0	0.6614	0.7124	0.8072	0.7375	0.8153	0.7291	0.9279	0.7281	0.7613
한계령	11.9	6.6	7.0	11.7	24.2	34.7	40.5	61.0	91.9	102.5	103.6	117.7	0.1, 0	0.7361	0.6557	0.7533	0.7073	0.6852	0.7574	0.6323	0.5615
속 초	26.5	22.5	27.3	30.9	36.7	42.6	48.0	63.0	91.3	104.5	105.8	119.5	22.5	0.1, 0	0.7275	0.8868	0.8275	0.9042	0.7807	0.7859	0.7199
갈 천	32.0	26.8	26.0	12.3	5.6	14.4	20.3	41.1	72.2	82.3	83.5	97.6	20.2	31.1	0.1, 0	0.9094	0.8890	0.8218	0.9087	0.7721	0.7089
소금강	53.2	47.5	48.0	35.4	23.3	14.3	14.4	21.4	51.0	63.1	64.4	78.3	41.4	41.6	23.1	0.1, 0	0.8996	0.8918	0.8579	0.8057	0.7221
대관령	64.4	58.9	58.8	45.1	31.6	20.4	16.6	9.2	39.4	51.0	52.2	66.2	52.5	53.8	33.1	12.2	0.1, 0	0.8796	0.8521	0.8330	0.8245
강 릉	74.0	68.2	69.4	57.6	45.6	35.7	33.3	19.7	35.4	50.7	52.1	64.7	62.6	57.4	45.4	22.4	17.6	0.1, 0	0.8582	0.9205	0.8042
심 포	117.7	112.2	111.7	97.1	83.0	71.6	66.1	44.8	16.1	5.7	6.0	13.2	105.8	106.7	85.7	65.7	53.7	51.5	0.1, 0	0.8288	0.7733
삼 척	121.9	116.2	116.8	103.8	90.3	78.9	74.3	52.1	23.7	30.4	31.2	33.0	110.2	105.9	91.5	68.9	58.7	48.6	25.5	0.1, 0	0.8859
울 진	160.4	154.8	154.9	141.0	127.0	115.5	110.3	88.2	56.9	51.1	50.6	39.3	148.5	145.8	129.1	107.3	96.1	88.4	46.0	40.3	0.1, 0

표 7. 강우 관측지점간 월강수량의 상관계수별 득수

상관계수	전체 (개소)	≥0.6		≥0.7		≥0.8		≥0.9		비고
		개소	비율(%)	개소	비율(%)	개소	비율(%)	개소	비율(%)	
영동-영동	28	28	100.0	28	100.0	20	71.4	4	14.3	
영동-영서	96	94	97.9	71	74.0	39	40.6	11	11.5	
영서-영서	66	66	100.0	60	90.9	32	48.5	7	10.6	
한계령-기타	20	19	95.0	14	70.0	1	5.0	0	0	
대관령-기타	20	20	100.0	18	90.0	12	60.0	2	10.0	
해안-해안	6	6	100.0	6	100.0	4	66.7	2	33.3	
울진-영동	8	8	100.0	8	100.0	3	37.5	0	0	
울진-영서	12	10	83.3	3	25.0	1	8.3	0	0	비례도형

정된 21개 강우 관측지점을 이용하여 Thiessen 다각망을 구성하는 것은 표 6과 표 7에서도 알 수 있는 바와 같이 태백산맥의 영서지역에 위치한 강우 관측지점의 강우양상이 영동지역이나 영서지역의 강우 관측지점과 대단히 상이하기 때문에 적절하지 못하다. 따라서 본 연구에서는 영서 산간지역 강우관측소의 국지성을 고려하여 영서지역의 관측소를 다각망 구성에서 제외하였다. 다만 번천은 영동지역의 삼척, 대관령, 심포, 울진과 상관관계가 높을 뿐 만 아니라 관측소가 고원지대이고 영동과 가까운 지점이라는 점과, 다른 관측소와의 거리 등을 고려하여 다각망 구성에 포함시켰다. 다각망은 유역이 길게 늘어진 형태라는 점과 유역의 강수분포가 해안선에 대체로 평행하고 해안에서 내륙으로 갈수록 강수량이 급격히 증가하는 점 등을 고려하여 그림 2와 같이 10개의 강우 관측지점을 이용하여 해안선에 평행하게 다각망을

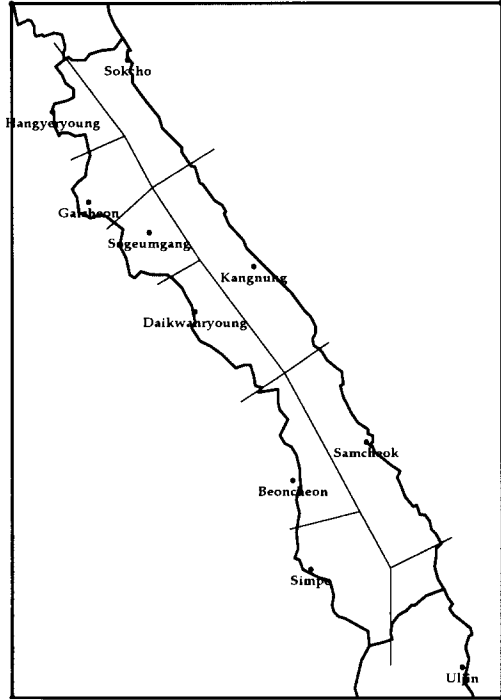


그림 2. 면적강수량 산정을 위한 동해안 지역의 다각망도

표 8. 유역별 평균면적 강수량

구분	양양남대천유역		강릉남대천유역		삼척오십천유역		동해안 유역	
	강수량 (mm)	비율 (%)	강수량 (mm)	비율 (%)	강수량 (mm)	비율 (%)	강수량 (mm)	비율 (%)
1월	52.0	3.7	61.2	4.1	49.2	3.8	53.5	3.9
2월	60.2	4.2	71.6	4.8	57.8	4.4	58.9	4.3
3월	65.3	4.6	78.5	5.3	64.9	5.0	67.6	5.0
4월	74.2	5.2	71.0	4.8	61.9	4.8	71.0	5.2
5월	89.4	6.3	84.5	5.7	70.0	5.4	77.9	5.7
6월	115.6	8.1	121.4	8.2	124.2	9.5	120.4	8.8
7월	250.6	17.6	246.6	16.6	223.1	17.1	232.2	17.0
8월	315.6	22.1	304.3	20.4	283.8	21.8	287.1	21.0
9월	207.3	14.5	228.2	15.3	178.7	13.7	192.2	14.1
10월	94.5	6.6	110.3	7.4	93.8	7.2	99.6	7.3
11월	61.7	4.3	71.7	4.8	58.0	4.5	65.7	4.8
12월	39.5	2.8	39.3	2.6	36.2	2.8	39.7	2.9
전년	1426.4	100.0	1488.7	100.0	1301.6	100.0	1365.8	100.0
봄	229.0	16.1	234.0	15.7	196.8	15.1	216.5	15.9
여름	682.0	47.8	672.3	45.2	631.1	48.5	639.7	46.8
가을	363.5	25.5	410.2	27.5	330.5	25.4	357.5	26.2
겨울	151.8	10.6	172.1	11.6	143.2	11.0	152.0	11.1
6-9월	889.3	62.3	900.5	60.5	809.8	62.2	831.9	60.9

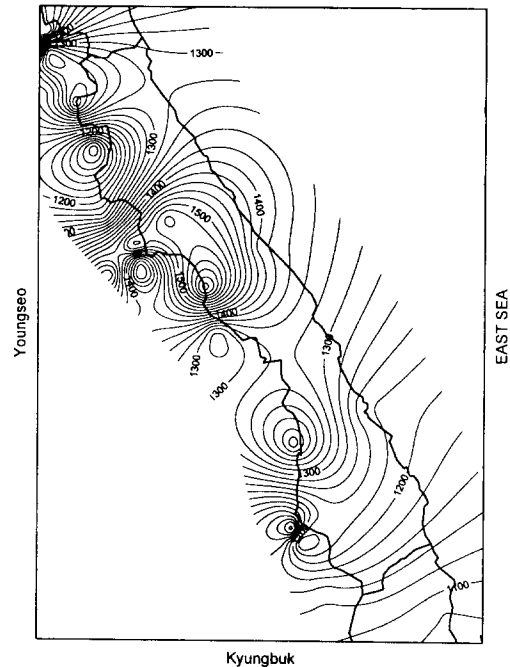


그림 3. 동해안 지역의 연평균 강수량 분포도

구성하였다. 이를 이용하여 양양남대천, 강릉남대천,

삼척오십천, 동해안 유역에 대한 평균면적강수량을 각각 구하였으며 그 결과는 표 8과 같다.

표 8에서도 알 수 있는 바와 같이 동해안 지역의 평균강수량은 강릉남대천 1488.7 mm, 양양남대천 1426.4 mm, 삼척오십천 1301.1 mm, 동해안 1365.8 mm 로 우리나라의 평균면적 강수량 1274.4 mm 에 비하여 많다. 그 특성을 보면 영동지역 중부가 가장 많고 남부가 가장 적은 분포를 나타내고 있다. 시간적 특성을 보면 하계인 6월부터 9월의 비율이 대략 62% 이하를 나타내고 있다. 특히 강릉남대천 유역은 겨울의 비율이 11.6 %로 비교적 높고 하계에는 60.5 %로 낮은 것으로 보아 동계에 눈이 많이 내리는 지역임을 알 수 있다. 표 1에 제시된 본 연구의 동해안 지역 21개 강우관측지점의 연평균강수량 자료를 이용하여 이 지역의 연평균 강수량 분포를 보면 그림 3과 같다. 그림 3에서도 알 수 있는 바와 같이 태백산맥을 따라 연강수의 국지성이 강하게 나타나며, 해안에서 산맥으로 가까이 접근할수록 강수량이 많고 산맥의 동쪽 사면에서의 강수량이 서쪽 지역보다 많다.

4. 가용수자원량

4.1 평균유출계수에 의한 추정

유역별 가용수자원은 양양남대천 하류부의 양양교 지점에서 조사한 수위-유량관계곡선을 이용 양양 수위표지점에서 유출량을 구하여 이에 대한 월별 및 계절별 가용수자원의 비율을 추정하고 이를 적용하므로써 추정되었다. 본 연구에서 가용수자원은 월별 및 계절별 구분에 관계없이 연평균 유량곡선에서 풍수위 이하의 유출량으로 가정하였다. 양양남대천 양양 수위표 지점의 1987년부터 1995년까지 관측된 수위 자료로부터 분석한 유량은 표 9와 같다. 양양 수위표 지점의 연평균 유량은 풍수위보다 큰 약 90 일 수위에서 유출량이 10.0 cms 정도 밖에 되지 않아 풍수위 이하의 유출량은 사용가능하다고 할 수 있다. 이 유량은 표 3에서 보면 평균유속 0.420 m/sec에 해당하는 것으로서 매우 작은 값이다.

유역별 가용수자원은 양양남대천 양양교지점의 연평균 유출계수 0.665를 적용하여 연평균 총유출량을 구하고, 이의 월별 가용수자원 분포는 표 10과 같은

표 9. 양양수위표 지점의 유황

	풍수	평수	저수	갈수	최고	최저
수위 (m)	1.14	1.03	0.94	0.85	4.00	0.68
유량 (cms)	9.12	5.21	3.26	1.93	6814.6	0.59

표 10. 양양교 지점의 총유출량과 가용수자원량

	총유출량		가용수자원		비율 (%)
	유출량 × 10 ⁶ m ³	비율 (%)	수자원 × 10 ⁶ m ³	비율 (%)	
1월	12.9	3.1	12.1	6.7	93.7
2월	16.3	3.9	11.8	6.6	72.5
3월	29.8	7.1	16.8	9.3	56.4
4월	27.3	6.5	16.7	9.3	61.3
5월	22.3	5.3	14.2	7.9	63.6
6월	23.0	5.5	14.7	8.2	64.1
7월	84.1	20.2	18.9	10.5	22.5
8월	105.5	25.3	20.9	11.6	19.8
9월	39.0	9.0	15.7	8.8	40.3
10월	24.6	5.9	14.4	8.0	58.3
11월	22.8	5.4	13.2	7.3	57.8
12월	10.5	2.5	10.4	5.8	98.6
전년	418.1	100.0	179.8	100.0	43.0
봄	79.4	19.0	47.8	26.5	60.1
여름	212.6	50.8	54.6	30.3	25.7
가을	86.4	20.7	43.3	24.1	50.1
겨울	39.7	9.5	34.3	19.1	86.3
6-9월	251.6	60.2	70.3	39.1	27.9

표 11. 유역별 가용수자원량 단위 : 10⁶ m³

구분	유역	양양남대천	강릉남대천	삼척오십천	동해안
		총강수량	677.3	381.3	513.7
총유출량		450.4	253.6	341.6	2638.4
가용수자원	1월	13.0	7.3	9.8	76.0
	2월	12.8	7.2	9.7	74.9
	3월	18.0	10.2	13.7	105.5
	4월	18.0	10.2	13.7	105.5
	5월	15.3	8.6	11.6	89.6
	6월	15.9	8.9	12.0	93.0
	7월	20.3	11.4	15.4	119.2
	8월	22.5	12.6	17.1	131.6
	9월	17.1	9.6	12.9	99.8
	10월	15.5	8.7	11.8	90.8
	11월	14.1	8.0	10.7	82.8
	12월	11.2	6.3	8.5	65.8
전년	193.7	109.0	146.9	1134.5	
봄	51.3	29.0	39.0	300.6	
여름	58.7	32.9	44.5	343.8	
가을	46.7	26.3	35.4	273.4	
겨울	37.0	20.8	28.0	216.7	
6-9월	75.6	42.4	57.4	443.6	

양양교 지점의 월별 가용수자원의 비율에 맞추어 구하였으며 그 결과는 표 10에 나타난 바와 같다. 동해안 지역의 총수자원량은 $2,638 \times 10^6 \text{ m}^3$, 가용수자원은 $1,135 \times 10^6 \text{ m}^3$ 으로 추정되었으며, 양양남대천 유역은 총수자원 $450 \times 10^6 \text{ m}^3$, 가용수자원은 $194 \times 10^6 \text{ m}^3$ 이다. 강릉남대천유역은 총수자원 $254 \times 10^6 \text{ m}^3$, 가용수자원 $109 \times 10^6 \text{ m}^3$ 이고 삼척오십천은 총수자원 $342 \times 10^6 \text{ m}^3$, 가용수자원 $147 \times 10^6 \text{ m}^3$ 으로 추정되었다. 가용수자원의 계절별 분포를 보면 여름, 봄, 가을, 겨울순으로 많으며, 하계인 6월부터 9월에는 39.1%를 차지하고 있다. 총수자원에서 가용수자원이 차지하는 비율은 겨울이 86.3%로 가장 많고 여름이 25.7%로 가장 적다.

4.2 유출모형에 의한 추정

가용수자원의 추정을 위해서는 대상유역의 유출분석이 선행되어야 한다. 그러나 동해안 유역은 양양남대천을 제외한 다른 유역에서 유출분석이 불가능하므로 기존의 우리나라에서 유도제시된 장기유출모형을 적용하여 연평균유출량을 추정하였다. 본 연구에서 적용된 연평균 유출모형은 유역특성인자를 고려하여 제시된 김양수 등(1991)의 유역면적-유출량 모형과 이상훈(1993)의 연강수량-유출고 모형이다. 이 모형들은 우리나라의 주요 하천 상류지역의 댐이 없는 유역에 대한 유출자료로부터 각각 제시된 것으로서 본 연구의 동해안 지역의 지형과는 그 특성이 다르지만 산지지역에 대해서 유도된 것이다.

4.2.1 유역면적-유출량 모형

김양수 등(1991)은 우리나라의 주요 하천의 상류 지역이면서 인위적인 유출조작이 거의 없는 유역에 양호한 수위-유량곡선이 제시되어 있는 지점에서 연유출량 분석을 실시하여 유역면적과 유출량간의 회귀모형인 유역면적-유출량 모형을 제시하였다. 이 모형의 유도에 사용된 유역면적은 $36 \sim 2,949 \text{ km}^2$ 이었으며, 본 연구에서는 이 모형에 의하여 동해안 지역의 연평균 유출량을 추정하였다. 김양수 등(1991)이 개발한 유역면적-유출량 추정모형은 식 (2)와 같다. 여기서 Q는 연평균유출량 (m^3)이고 A는 유역면적 (km^2)이다.

$$Q = 570,200A^{1.021} \quad (2)$$

4.2.3 강수량-유출고 모형

이상훈(1993)은 김양수 등(1991)이 제시한 유역면적-유출량 모형의 유도에 사용된 기본자료에서 우리나라의 증발산량 특성을 감안하여 강수량과 유출고의 차이가 $500 \sim 900 \text{ mm}$ 의 범위에 드는 강우 및 유출 자료만을 대상으로 유출고와 강수량간의 회귀모형인 연강수량-유출고 모형을 제시하였다. 본 연구에서는 이 모형을 이용하여 동해안 지역의 유출량을 추정하였다. 이상훈(1993)이 개발한 연강수량-유출고 모형은 식(3)과 같고 R은 연평균 유출고(mm)이며, P는 연평균 면적강수량(mm)이다.

$$R = -518.25 + 0.8834P \quad (3)$$

식 (2) 및 (3) 과 같은 유역특성인자를 고려한 유출모형들을 적용하여 추정된 동해안 지역의 총 수자원량에 양양남대천 양양교 지점의 총 유출량에 대한 가용수자원의 비율인 43.0%를 적용하여 가용수자원을 구하였으며, 그 결과는 표 12에 제시한 바와 같다. 표 12에서도 알 수 있는 바와 같이 각 모형을 적용하여 추정한 가용수자원량은 양양남대천의 연평균유출율을 적용하여 구한 것보다 매우 작다. 이는 각 모형의 유도에 사용된 기본자료에 기인한 것으로 판단된다.

표 12. 연유출 모형에 의한 수자원량의 추정

구분	유역	양양 남대천	강릉 남대천	삼척 오십천	동해안
유역면적 (km^2)		474.8	256.1	394.7	2905.0
연평균 강수량 (mm)		1426.4	1488.7	1301.6	1365.8
총 강수량 $\times 10^6$ (m^3)		677.3	381.3	513.7	3967.5
총 유출량 $\times 10^6$ (m^3)	김양수등의모형	308.1	164.1	255.2	1958.4
	이상훈의모형	352.2	204.0	249.1	1999.6
가용수자원량 $\times 10^6$ (m^3)	김양수등의모형	132.5	70.6	109.7	842.1
	이상훈의모형	151.4	87.7	107.1	859.8

5. 비교고찰

동해안 지역의 하천은 규모가 작고 중상류지역이 급경사를 이루고 있으므로 양양남대천의 유출계수가

0.665로 우리나라의 평균유출계수인 0.55와 비교할 때 매우 크다고 할 수 있으며, 이는 최종근(1983)등이 추정한 유출계수 0.8보다는 크게 미치지 못하는 것이다. 또한 이 지역의 연평균강수량은 1365.8 mm로 우리나라의 평균 1274.4 mm에 비하여 91.4mm 정도 많고 동해안 지역 중부에 위치한 강릉남대천 유역은 우리나라의 평균보다 214.3 mm나 많은 1488.7 mm를 기록하고 있다. 본 연구에서 면적강수량은 그림 2와 같은 다각망을 구성하여 얻어진 것으로서 보다 정확한 수자원의 특성을 규명하기 위해서는 강우관측소의 보완이 필요하다. 즉 해안지역인 속초, 강릉, 삼척, 울진의 월강수량 자료사이의 상관분석결과 울진과 속초간을 제외하면 표 6에서도 알 수 있는 바와 같이 상관계수가 매우 높아 해안지역의 관측지점은 비교적 대표성을 갖는 관측소라고 할 수 있으나, 태백산맥의 좌우에 위치한 산악지역은 월강수량계열의 지점간 상관계수가 일관성이 없어 국지적인 성격이 강한 것으로 볼 수 있으며, 따라서 태백산맥의 동해안 쪽 사면에 강우 관측소를 보강설치하여야 할 것이다. 실제로 이 지역에는 소금강 지점과 최근에 설치된 설악지점이 있을 뿐이다.

본 연구에서는 동해안 지역의 주요 하천에서 기존에 제시된 연유출량분석에 사용가능한 수위-유량관계식이 없기 때문에 양양남대천의 양양교지점에서 유량측정을 실시하여 수위-유량관계식을 제시하였다. 본 연구에서 추정된 유출계수 0.665는 1990년의 유출계수가 1.165로 비정상적이었기 때문에 1990년의 강우 및 수위자료를 포함하지 않은 것이다. 1990년의 총강수량은 2154.6 mm이었다. 이와 같이 1990년의 유출계수가 크게 된 원인을 밝히는 것이 추후 필요하다고 사료된다. 동해안 지역의 보다 정확한 유출분석을 위해서는 주요 하천의 수위표지점에서 수위-유량관계곡선의 설정이 무엇보다도 필요하다. 이 지역의 유출은 우리나라의 다른 지역과는 달리 홍수에 의한 유출이 상대적으로 작다고 할 수 있다. 즉 하계인 6월부터 9월 사이의 유출량이 60.2%이다.

유출에 영향을 미치는 주요 변수로서 유역특성을 고려한 김양수 등(1991)의 유역면적-유출량 모형과 강수량을 고려한 이상훈(1993)의 연평균강수량-유출고 모형의 적용에 의한 총유출량은 양양남대천 유역의 연평균 유출계수를 동해안 유역에 적용하여 추

정한 결과와 많은 차이를 나타내고 있다. 특히 양양남대천 유역에서 보면, 표 11과 표 12의 비교를 통해서도 알 수 있는 바와 같이 총유출량은 김양수 등(1991)의 모형에 의한 결과와는 $142.3 \times 10^6 \text{ m}^3$, 이상훈(1993)의 모형에 의한 것과는 약 $98.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ 의 차이를 나타내고 있다. 이는 각 모형의 유도에 사용된 기본 자료의 차이에 기인한 것으로서 이들 모형은 동해안 지역의 총유출량 추정에 대한 적용성이 약한 것으로 판단된다. 따라서 보다 적용성 높은 우리나라의 연평균 유출량 추정모형을 유도하기 위해서는 다양한 유역에서 보다 많은 자료의 확충이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

동해안 지역의 가용수자원량은 총유출량의 약 43%에 해당하며 총수자원량의 약 28.6%인 $1,134.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 을 나타내고 있다. 가용수자원을 계절적으로 보면 여름에 가장 많은 30.3%이고, 봄, 가을, 겨울의 순이다. 총유출량에 대한 가용수자원의 비율은 하계인 6월부터 9월 사이에는 27.9%를 차지하고 있으며, 겨울에는 86.3%, 봄 60.1%, 가을 50.1%, 여름 25.7%이다. 홍수시 유출되는 풍수위 이상의 유출량은 총수자원량의 28.8%에 이르고 있다. 이는 이 지역의 홍수가 표 10의 총유출량에 대한 가용수자원량의 비율에서도 알 수 있는 바와 같이 하계중에서도 7월부터 9월 사이에 홍수가 집중되는 것을 반영한 것이라고 할 수 있다.

본 연구에서 얻어진 가용수자원에 대한 연구결과는 우리나라의 다른 지역에 비하여 상대적으로 낙후되어 있는 동해안지역의 산업개발에 필요한 기본 자료가 될 수 있을 것이며 계절적으로 볼 때 동해안 지역 북부인 속초에서 용수공급이 심각하게 부족한 문제에 대한 용수수급계획의 수립에 활용될 수 있을 것이다.

6. 결 론

본 연구는 우리나라 동해안 지역에서 가용수자원의 특성을 밝히기 위한 것으로서 양양남대천 유역에서 수위-유량관계곡선을 제시하고 이를 이용하여 동해안 지역의 가용수자원량을 조사하였으며, 또한 유역면적-유출량 모형과 강수량-유출고 모형을 적용하여 가용수자원을 추정하였다. 동해안 지역의 연평균

강수량은 1365.8 mm로서 우리나라의 평균강수량보다 많으며 동해안 중북부 지역이 남부 지역에 비하여 약 130mm 이상 많다. 이는 이 지역의 강수가 동해로부터 유입되는 북동기류에 의한 지형성 강수에 영향을 받기 때문이라고 할 수 있으며 동해안 지역 강수의 하계 집중도는 60.9 %를 나타내고 있다. 동해안 지역의 강수 관측소는 월강수량 계열의 지점간 상관분석 결과 해안지역은 대표성이 있으나 태백산맥 지역은 국지성이 강하며 태백산맥의 동해안 사면에 강수 관측소의 보강설치가 필요하다. 양양남대천 유역에서 조사된 유출계수 0.665에 의하면 동해안 지역의 유출계수는 우리나라의 평균유출계수보다 크며 이는 증상류는 급경사지이고 중하류부는 완만한 구릉과 충적지라고 하는 동해안 유역의 지형적인 원인에 의한 것이다. 동해안 지역의 가용수자원은 $1,134.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 으로 총수자원량의 약 28.6 %이고, 총유출량의 43.0%를 점하고 있다. 양양남대천 유역은 $193.7 \times 10^6 \text{ m}^3$, 강릉남대천 유역은 $109 \times 10^6 \text{ m}^3$, 삼척오십천 유역은 $146.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ 이다. 가용수자원의 계절적 분포는 6월부터 9월에는 39.1%, 여름에 30.3%, 봄 26.5%, 가을 24.1%, 겨울 19.1 %이다. 총유출량에 대한 가용수자원의 비율은 겨울 86.3%, 봄 60.1 %, 가을 50.1%, 여름 25.7%의 순이다. 본 연구의 결과는 수자원은 비교적 풍부하나 국지적이고 계절적으로 급수난이 발생하고 있는 동해안 지역의 용수 수급계획의 수립에 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 교육부 학술연구조성비의 지

역개발 연구과제 지원에 의하여 이루어진 것으로 관계당국에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 강릉지방 기상청 (1995). 추·동계 동풍계에 의한 영동해안지방 강우·강설현상-(1975-1994).
- 강원도 (1992a). 강릉남대천 하천정비기본계획.
- 강원도 (1992b). 삼척오십천 하천정비기본계획.
- 강원도 (1992c). 양양남대천 하천정비기본계획.
- 건설교통부 (1987-1995). 한국수문조사년보.
- 건설교통부 한강홍수통제소 (1995). 한강수계(상류부) 유량측정 조사 보고서.
- 기상청 (1980-1995). 지상일기도.
- 김양수, 정상만, 이용수, 서병하 (1991). “연유출량 추정 모형 개발.” 한국수문화회지, 한국수문화회, 제24권, 제3호, pp. 95-104.
- 김창세, 정태원, 최치영 (1990). “북동기류에 의한 영동지방의 강수특성 조사.” 강원기상특성집, 강릉지방 기상청. 제3권, pp.1-19, 1990.
- 이상훈 (1993). “연유출량 추정모형의 개선방안.” 한국수문화회지, 한국수문화회, 제26권, 제1호, pp. 51-62.
- 중앙기상대 (1985, 1986). 한국강수량자료 제1, 2권.
- 최종근, 윤세의, 이원환 (1983). “유역별 가용수자원의 추정연구.” 한국수문화회지, 한국수문화회, 제16권 제1호, pp. 49-56.
- 한국수문화회 (1995). 하천시설기준 (조사편).
- Bras, R.L. (1990). *Hydrology - An introduction to hydrological science*. Addison-Wesley Pub. Co.
- .〈접수: 1997년 1월 13일〉