

자-비지구에서 구름형 및 구름량의 최근변동특징

배호연, 정상일

세계적으로 물자원에 대한 수요가 높아지고 담수자원이 부족됨에 따라 오늘날 대기 중의 구름물자원을 효과적으로 개발리용하기 위한 연구[1, 2]가 활발히 벌어지고있다.

우리 나라에서 자-비 지구는 해발높이 1 000m이상의 고원지대에 놓여있어 수력발전에 유리한 곳이므로 이 지구에서의 물자원확보는 수력발전능력조성과 관련하여 매우 중요하다. 이것은 자-비 지구에서 구름물자원을 정확히 평가하고 인공강우기술을 리용하여 그것을 최대한 개발리용할것을 요구한다.

론문에서는 인공강우에 필요한 기초자료를 마련하는데 목적을 두고 자-비 지구에서 구름형 및 구름량의 최근변동특징에 대하여 고찰하였다.

1. 자-비지구에서 구름형의 변동특징

자-비 지구에서 구름의 월별출현일수를 분석하기 위하여 해당 기상관측소들의 1988년부터 2017년까지의 구름관측자료를 리용하였다.

표 1에는 자-비 지구의 10년평균월별구름일수에 대한 통계자료가 제시되어있다.

표 1. 자-비지구의 10년평균월별구름일수(d)

지구	통계기간	월												합계
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
자	1988년—1997년	20.9	21.1	26.4	27.2	29.8	30.0	30.9	30.8	29.9	26.2	25.1	25.0	323.3
	1998년—2007년	23.0	21.4	26.3	28.6	29.6	29.4	30.9	31.0	29.1	27.0	26.3	22.5	325.1
	2008년—2017년	21.2	21.1	26.8	27.5	29.3	29.8	31.0	30.8	29.7	27.2	27.2	23.5	325.1
	평균	21.7	21.2	26.5	27.8	29.6	29.7	30.9	30.9	29.6	26.8	26.2	23.6	324.5
비	1988년—1997년	20.2	21.9	28.2	28.5	30.4	29.8	30.9	30.9	28.6	26.3	23.9	23.7	323.3
	1998년—2007년	21.4	20.8	26.8	29.2	30.0	29.5	30.9	31.0	29.0	25.4	23.6	21.8	319.4
	2008년—2017년	20.7	22.1	28.7	28.1	29.8	29.6	31.0	30.9	29.5	27.6	26.7	23.1	327.8
	평균	20.8	21.6	27.9	28.6	30.1	29.6	30.9	30.9	29.0	26.4	24.7	22.9	323.4

표 1에서 보는바와 같이 년중 총구름일수는 자지구에서 평균 324일로서 총일수의 88.9%에 해당되며 비지구에서는 평균 323일로서 88.6%에 해당된다. 특히 자-비 지구에서 4월부터 9월까지의 기간에는 구름이 끼지 않은 날이 거의 없고 95%이상이 구름이 낀 날들이다.

한편 구름일수가 1988년—1997년기간에 비하여 2008년—2017년기간에 년중 평균적으로 자지구인 경우 1.8일, 비지구인 경우 4.5일 더 많아졌다. 물론 1998년—2007년기간과 2008년—2017년기간에 구름이 낀 일수가 자지구인 경우 변동이 없지만 비지구인 경우에는 오히려 1998년—2007년기간에 더 작았다. 총체적으로 자-비 지구에서 최근년간에 구름일수가 증가하였다는것을 알수 있다.

표 2에서는 자-비 지구의 10년평균월별강수일수를 보여준다.

표 2. 자-비지구의 10년평균월별강수일수(d)

지구	통계기간	월												합계
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
자	1988년-1997년	4.7	4.4	6.9	8.7	11.8	12.7	15.6	11.3	8.4	5.5	6.9	6.6	103.5
	1998년-2007년	4.7	3.9	5.9	8.6	9.0	11.5	13.0	11.3	8.1	6.1	6.7	6.0	94.8
	2008년-2017년	4.0	4.8	7.1	8.3	9.9	11.2	14.5	11.0	5.4	5.8	8.5	6.5	97.0
	평균	4.4	4.4	6.6	8.5	10.2	11.8	14.4	11.2	7.3	5.8	7.4	6.4	98.4
비	1988년-1997년	6.2	4.3	8.4	8.2	13.3	13.9	17.3	12.4	8.3	7.4	7.5	6.4	113.6
	1998년-2007년	5.8	5.0	6.7	10.1	9.8	11.7	14.6	11.5	7.6	6.8	7.5	5.8	102.9
	2008년-2017년	3.3	3.9	7.4	8.1	10.6	13.0	15.4	12.8	7.3	6.4	8.3	6.6	103.1
	평균	5.1	4.4	7.5	8.8	11.2	12.9	15.8	12.2	7.7	6.8	7.8	6.3	106.5

표 2에서 알수 있는것은 구름일수와 반대로 강수일수는 1988년-1997년기간에 비하여 2008년-2017년기간에 작아졌다. 즉 평균적으로 자지구인 경우 6.5일, 비지구인 경우 10.5일 감소하였다. 구름일수가 증가하고 강수일수가 감소한것은 자-비지구에서 인공강우의 필요성과 함께 그 가능성을 시사해준다.

자-비지구에서 자연강수가 거의 없을뿐아니라 인공적방법으로도 강수를 실현시키기 어려운 상층운(권운, 권적운 및 권층운)과 중층운(고적운, 고층운)이 낀 10년평균월별구름일수를 보면 표 3과 같다.

표 3. 자-비지구에서 상층운과 중층운이 낀 10년평균월별구름일수(d)

지구	통계기간	월												합계
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
자	1988년-1997년	7.1	8.3	6.9	6.0	4.1	1.4	0	0.5	1.2	5.8	4.5	6.6	52.4
	1998년-2007년	9.4	8.0	6.8	7.2	5.2	2.9	1.3	1.3	2.7	4.6	5.5	6.8	61.7
	2008년-2017년	6.7	5.3	5.0	5.6	4.6	1.0	0.3	0.5	2.6	3.3	3.8	4.2	42.9
	평균	7.7	7.2	6.2	6.3	5.3	1.8	0.5	0.8	2.2	4.2	4.6	5.9	52.7
비	1988년-1997년	8.5	9.2	9.3	5.9	3.1	1.5	0.6	1.1	2.4	6.8	5.9	9.2	63.5
	1998년-2007년	7.5	6.5	5.7	6.1	5.6	3.7	1.4	1.7	4.5	5.0	6.9	6.0	60.6
	2008년-2017년	6.6	5.8	5.7	5.4	4.1	0.7	0.4	0.8	3.3	5.4	5.9	6.3	50.4
	평균	7.5	7.2	8.9	5.8	4.3	2.0	0.8	1.2	3.4	5.7	6.2	7.4	60.4

표 3에서 보는바와 같이 상층운과 중층운이 낀 일수는 30년간을 통하여 거의 일정한데 여름철에 적고 봄철과 겨울철에 약간 많은 편이다. 이것은 년중 여름철과 가을철에 하층운이 낀 일수가 많은것과 관련된다. 표 3에서 특징적인것은 2008년-2017년기간의 년중 총일수가 여러 기간들의 평균보다 자지구인 경우 9.8일, 비지구인 경우 10일 더 작다는것이다.

표 4에 의하면 이와는 반대로 2008년-2017년기간의 년중 하층운과 수직발달운이 낀 총일수가 30년평균보다 자지구인 경우 8.5일, 비지구인 경우 12.7일 더 많다는것을 알수 있다.

인공강우에 제일 적합한 구름들이 하층운과 수직발달운이라는 연구결과의 견지에서 볼 때 이것은 자-비지구에서 수력발전능력조성을 위한 인공강우에 유리하다고 볼수 있다.

표 4. α - β 지구에서 하층운과 수직발달운이 낀 월별 10년평균일수(d)

지구	통계기간	월												합계
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
α	1988년—1997년	13.8	12.8	19.5	21.2	25.7	28.6	31.0	30.7	27.7	21.4	20.6	18.4	271.4
	1998년—2007년	13.6	13.3	19.5	21.5	24.4	26.5	29.8	29.9	26.4	22.6	20.8	15.7	264.0
	2008년—2017년	13.5	15.8	21.8	22.0	24.7	28.8	30.7	30.3	27.1	24.1	23.5	19.3	281.6
	평균	13.6	13.9	20.3	21.6	24.9	28.8	30.5	30.3	27.1	22.7	21.6	17.8	273.1
β	1988년—1997년	10.7	12.7	18.9	22.6	27.3	28.3	30.3	29.8	26.2	19.5	18.0	14.3	258.6
	1998년—2007년	13.9	14.6	21.1	23.1	24.4	25.8	29.5	29.3	24.5	20.4	15.7	14.2	256.5
	2008년—2017년	14.2	16.3	22.0	22.8	25.7	28.9	30.6	30.0	26.2	22.2	20.8	16.8	276.5
	평균	12.9	14.5	20.7	22.8	25.8	27.7	30.1	29.7	25.6	20.7	18.2	15.1	263.8

α - β 지구에서 하층운과 수직발달운의 월별분포를 보면 겨울을 제외하고 모든 계절에 매달 15일이상 하층운이 나타나고있다. 특히 여름철에는 매달 27일이상 하층운이나 수직발달운이 형성되어 강수의 형성에 유리한 조건을 준다.

2. α - β 지구에서 구름량의 변동특징

구름량은 해당 계절의 대기상태와 지형적특성에 의하여 심하게 변한다.

론문에서는 α - β 지구에서 구름량의 변동특징을 린접지구와 대비적으로 살펴보기 위하여 1981년—2010년간 α - β 지구의 구름량관측자료와 함께 α 지구의 구름량관측자료를 리용하였다.(표 5)

표 5. 1981년—2010년간 월평균 전운량 및 하층운량(bar)

구름량	지구	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	년
전운량	α	2.7	3.2	4.4	5.2	6.1	7.3	8.1	7.7	6.6	4.9	4.3	3.2	5.3
	β	2.8	3.3	4.5	5.4	6.3	7.4	8.2	7.8	6.7	4.7	4.0	3.1	5.3
	α	3.0	3.4	4.4	5.1	6.1	7.4	8.0	7.3	5.8	4.2	3.6	2.9	5.1
하층운량	α	1.7	1.9	2.8	3.6	4.7	6.1	7.3	6.8	5.8	4.1	3.6	2.4	4.2
	β	2.1	2.3	3.4	4.2	4.9	6.3	7.4	6.9	5.8	3.9	3.4	2.5	4.4
	α	1.4	1.6	2.1	2.3	3.2	4.6	5.8	5.0	3.5	2.4	2.3	1.6	3.0

표 5에서 보는것처럼 α - β 지구에서 전운량은 년평균 5.3bar인데 이것은 α 지구의 5.1bar보다 많다. 이 지구에서 년중 전운량은 여름철에 가장 많으며 가을철에도 다른 지방들에 비하여 상대적으로 많다.

하층운량도 전운량과 마찬가지로 α 지구에서 4.2bar, β 지구에서 4.4bar로서 α 지구의 3.0bar에 비하여 상대적으로 많다.

표 6에서 보는바와 같이 α - β 지구에서 하층운량이 5.1bar이상인 날수는 4~10월 사이에 많으며 특히 6~9월사이에 86~87일로서 한해총일수의 57.9~56.9%에 해당된다.

또한 α - β 지구의 하층운량이 5.1bar이상인 날수는 α 지구지방에 비하여 3~10월 사이에 1.5~2배정도나 더 많다. 그러나 월별강수량분포에서 α 지구에 비하여 α - β 지구의 강수량이 적은것은 지형적특성과 함께 강수형성조건이 충분히 만족되지 못하고있다는것을 보여준다.

표 6. 1981-2010년기간 하층운량이 5.1bar이상인 일수

지구	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	년
ㅈ	3.3	2.6	6.9	9.2	13.0	19.2	25.5	23.3	18.4	10.4	9.9	7.5	149.2
ㄷ	4.6	4.8	8.0	10.5	14.5	19.5	25.8	23.7	18.5	9.5	8.1	6.3	153.8
ㅎ	3.2	3.6	5.0	4.4	8.1	14.0	14.7	14.0	7.9	4.0	4.9	4.9	88.7

그러므로 ㅈ-ㄷ지구에서 강수형성과정에 어떤 촉발조건을 주면 강수량을 늘어 더 많은 물자원을 얻을수 있다는것을 명백히 알수 있다.

맺 는 말

ㅈ-ㄷ지구에서 최근년간 구름이 낀 일수는 많지만 반대로 강수일수는 적으며 특히 년중 여름철과 가을철에 하층운이 낀 일수가 많다. 또한 상층운과 중층운이 끼는 일수는 감소하고 하층운과 수직발달운이 끼는 일수는 증가한다. 이것은 인공강우에 유리한 조건으로 된다.

참 고 문 헌

- [1] A. E. Morrison et al.; American Meteorological Society, 48, 1267, 2009.
- [2] E. Freud et al.; Atmospheric Research, 158, 122, 2015.

주체108(2019)년 10월 5일 원고접수

Recent Variation Characteristics of Cloud Type and Amount in “ㅈ&ㄷ” Area

Pae Ho Yon, Jong Sang Il

In this paper were illuminated recent variation characteristics of cloud type and amount in “ㅈ&ㄷ” area in order to obtain basic data needed for the artificial rainfall.

Keywords: cloud type, artificial rainfall