

## 中國甘肅省의 水資源量 分析 (The Analysis of Water Resources for Gansu Province in China)

○ 최예환      최중대

### I. 서 론

감숙성은 중국의 지리적으로 中心部에 위치(동경  $92^{\circ} 13' \sim 108^{\circ} 42'$ , 북위  $32^{\circ} 31' \sim 42^{\circ} 57'$ )하고 있으며 동쪽은 산서성, 서쪽은 청해, 신강성, 남쪽은 사천성, 북쪽은 네하성, 내몽골 두 자치지구 및 내몽골 인민공화국과 인접하여 있다. 또한 지리적으로는 황토고원, 내몽골 고원과 청장고원 등 3대 고원의 교차지역에 위치해 있고, 서진령산(西秦嶺山) 변두리에 위치해 있다.

하천의 구성을 보면 황하, 장강(양쯔강) 및 내륙하 등 3대 하천 유역에 속하고, 황하 상류지역에 속한다. 감숙성의 구성은 14개 지구, 시, 주, 87개 현, 시, 주로 나뉘며, 1997년 말 인구는 2,492.2만 명이다. 감숙성은 역사가 길고, 중국 민족 고대 문화의 발상지의 하나로 국토자원이 풍부하고, 개발 잠재력이 커 중국 경제발전에 큰 작용을 하고 있다. (Fig. 1 참조)

수자원은 성전체 수자원 총량은  $610.77\text{억m}^3$ 로 한국 수자원량  $1,267\text{억m}^3$ 의 약  $1/2$ 에 해당되므로서 강수량이 한국보다 적다는 것을 알 수 있다. 그 중 유출량은  $306.77\text{억m}^3$ 이고 유입수량이  $304\text{억m}^3$ 이다. 수

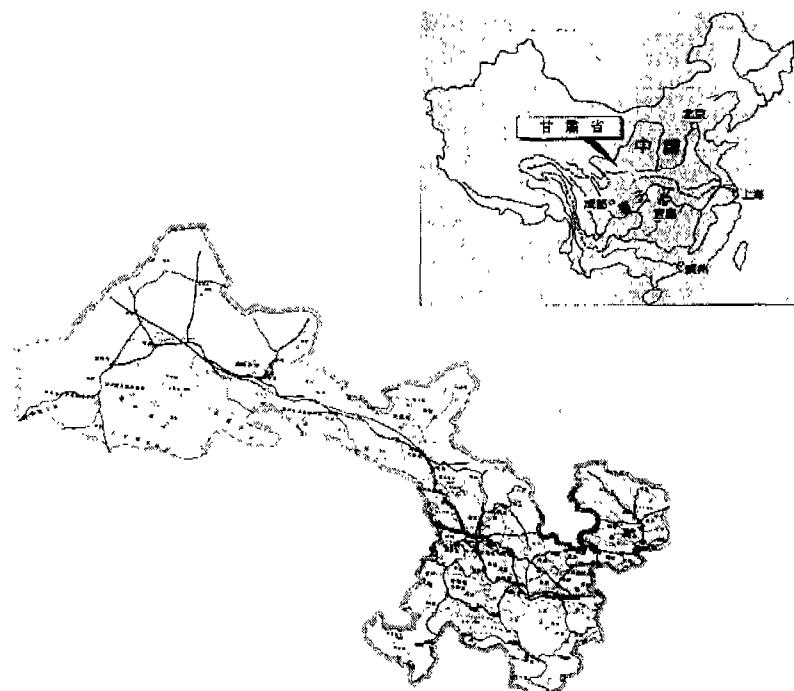


Fig. 1 The map of Gansu Province in China

력자원은 비교적 풍부하여 水에너지인 이론 잠재량은 1,724.15만kw로 전국에서 10위를 차지하고 있다. 즉 100만W 이상의 개발 가능한 곳이 12개소로 총 용량은 1,021만W(10,210kw)이다. 지금까지 개발된 량은 20.7%이며, 개발가능량은 수자원 이론 잠재량의 11%밖에 안된다.

광열 에너지 자원을 보면 열량이 풍부하고 일조량이 충분하다. 성 전체 연평균일조시간은 2000시간이고 4분의 3이상 지역이 년간 일조시간이 2500시간을 초과한다. 연평균기온은 0~15°C이며, 낮과 밤의 온도차가 크고, 빛의 질이 좋아 농작물의 광합성 작용이 아주 유리하다.

## II. 연구대상지역 토지자원

성 전체 토지 면적은 454,425 km<sup>2</sup>로 이용실태에 따라 분류하여 보면, 경작지가 58,664 km<sup>2</sup>로 12.9% (순수경작지 48,491 km<sup>2</sup>로 총 토지 면적의 10.67%), 임지는 72,707 km<sup>2</sup>로 16.0%, 초지는 160,724 km<sup>2</sup>로 35.37%, 과수지는 3,146 km<sup>2</sup>로 0.69%, 공업광산토지 999.9 km<sup>2</sup>로 0.22%, 교통용지는 2,054 km<sup>2</sup>로 0.45%, 수역은 4,584 km<sup>2</sup>로 1.01%, 주거지역은 3,992 km<sup>2</sup>로 0.88%, 특수사용토지 3,327.5 km<sup>2</sup>로 0.73%, 이용하기 어려운 토지 144,226 km<sup>2</sup>로 31.74%를 각각 차지하고 있다. (Table 1)

Table 1 The situation of usable land area in Gansu Province

Item	Total area	Arable area	Forest	Pasture	Fruit area	Mine area	Transpo. area	Water area	Reside area	Particular area	Unusable area
Area (km <sup>2</sup> )	454,425	58,664	72,707	160,724	3,146	999.9	2,054	4,584	3,992	3,327.5	144,226
Ratio (%)	100	12.9	16.0	35.37	0.69	0.22	0.45	1.01	0.88	0.73	31.74

Table 1에서 보는 바와 같이 사용난해 지역이 1/3 정도이고, 1/3이 초지이며, 농경지가 13%, 임지가 16%이고 기타 4% 정도로 보아 사용하기 어려운 땅이 많은 편이고, 비교적 초지는 많아서 축산업이 발달할 가능성이 있고, 농업과 임업은 그리 넓은 면적이라고 보기에는 어렵다.

## III. 연구대상지역 수자원

감속성의 수자원은 그렇게 풍부하지 않고 분포가 균일한 것이 특징이다. 즉 일부지역은 수자원이 풍부하고 또 다른 지역은 수자원을 공급받는 형식으로 아주 풍부하지 않다. 감속성의 수자원은 강수자원, 빙하자원, 지표수자원(하천) 및 지하수자원 등 4종의 형태로 존재한다. 조사와 실측에 따르면 성 전체의 연평균 강수자원은 1,370억 m<sup>3</sup>로 한국수자원량보다 많은 편이고, 빙하를 물로 계산한 저장량은 669억 m<sup>3</sup>, 지표수 자원은 유출량이 299억 m<sup>3</sup>와 유입수가 305.64억 m<sup>3</sup>, 및 지하수 자원은 169.49 m<sup>3</sup> 등이다.

만약 강수량과 빙하저장수 뿐만 아니라 지표수자원량과 지하수자원량의 상호 반복 전환수량을 제외하면 성 전체의 수자원은 다음 Table 2와 같다.

Table 2 The water resources of Gansu Province

(unit : ×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>)

Item Watershed	Natural water resources	River runoff	Unrepeat ground water	Unrepeat mou. grou. water	Unrepeat plain grou. water	Inflow	Total including inflow
Total	306.77	299	7.77	1.7	6.07	304	610.77
Neiluhe	61.44	58	3.14	1.7	1.74	15	76.44
Huanghua	138.91	135	3.91	0	3.91	252	390.91
Changjing	106.42	106	0.42	0	0.42	37	143.42

자연수자원량은 306.77억  $m^3$ 이고, 유입수자원을 포함한 전체 수자원량은 610.77억  $m^3$ 이다. 유입수량은 304억  $m^3$ 인데, 그 가운데 황하유역이 가장 많아 252억  $m^3$ 로 유입수의 82.9%를 차지하고 있고, 장강(양쯔강)과 내륙하 지역은 각각 37억  $m^3$ 와 15억  $m^3$ 이다.

## 1. 지표수 자원

### 1.1 지표수 측정

감속성의 하천은 황하, 장강, 내륙하 등 3개 하천에 속하는 12개 수계가 있다. 황하 유역은 洮河, 黄河, 渭河, 湟河 및 北洛河 등 6개 수계가 있고, 장강 유역은 嘉陵江과 西漢水 등 2개의 수계가 있으며, 내륙하 유역은 石羊河, 黑河, 疏勒河, 蘇于湖 등 4개의 수계가 있다.

1956년에서 1979년까지 24년간의 실측값에 의하면 성 전체의 연평균 자연 지표수 자원의 총량은 299억  $m^3$ 로 1인당 점유율이 전국의 22위를 차지하고 있다. 유역별로 분류하면 내륙하 58억  $m^3$ , 황하 135억  $m^3$ , 장강 106억  $m^3$ 이다. 유입수량은 304억  $m^3$ 로 유역별로 보면 내륙하 15억  $m^3$ , 황하 252억  $m^3$ , 장강 37억  $m^3$ 이다. 성 전체 유입수를 포함한 지표수 자원은 603억  $m^3$ 로 유역별로 보면 내륙하 73억  $m^3$ , 황하 387억  $m^3$ , 장강 143억  $m^3$ 이다.

### 1.2 수자원의 특성

감속성의 수자원 특성을 보면 ①하천유출량의 지역분포가 불균일하다. 즉 감속성의 연유출량 분포와 황토고원의 유출량은 상대적으로 더 적다. 만약 대체적으로 분할하면 六盤山-泰嶺-祁連山을 하나의 분연강수량 분포는 대체적으로 일치한다. 그러나 고산지역은 유출량이 많고, 河谷지역은 유출량이 적으며, 수계로 남쪽은 상대적으로 물이 많은 豊水區 이북은 물이 적은 少水區와 干涸區로 나눌 수 있다.

풍수구는 甘南, 臨夏, 隘南州 및 天水市 남부, 河西, 祁連山 이남이 포함되며, 대부분의 연유출심은 100~300mm이다. 몇 개의 고산지역은 400~600mm에 달하며 그 면적은 전 성면적의 약 40%이다. 자연하천 유하량은 전 성의 95%를 점하여 감속성 수자원의 주하천 발원지이다.

소수구는 隘東, 隘中, 황토고원 및 蘭州 이북지역이 포함되며, 유출심이 남부의 50mm에서 5mm로 감소한다. 본지역 토지면적의 전성 총 면적의 19%, 하천 유출량은 약 15.6억  $m^3$ 로 전성의 5%를 차지하고 있다. 간고구는 河西走廊, 북산 및 기타 황막지역을 포함한 남부는 祁連山 기슭은 분수령으로 지표유출이 있지만 그 양이 극히 적고 하계에 어쩌다 집중호우가 발생하지만 급속히 침투하여 지하수로 된다.

②연내 하천 유출량이 불균형적이다. 즉 5, 6월의 강수량은 연유출량의 15~25%인 반면에 7~10월의 강수량은 연유출량의 50~70%이다.

③각지역의 하천 유하량의 연간 변화가 다르다. 감속성의 河西内륙하, 白龍江, 白水江, 황하干流, 大通河 등 하천의 연간 유출률이 크지 않아 0.07~0.28 정도이고, 황하유역의 각지류의 연간 유출률이 커서 0.25~0.56이며, 최대 0.62에 달한다.

## 2. 강수

### 2.1 강수량

강수량 측정은 1956~1989년 사이의 실측한 강수자료에 의하면 연평균 수자원량이 1,370억  $m^3$ 로 연강수심으로 환산하면 302mm이다. 유역별로 보면, 내륙하 유역은 349억  $m^3$ 로 142mm, 황하 유역은 723억  $m^3$ 로 500mm, 장강 유역은 261억  $m^3$ 로 680mm의 유효유량(유출량)으로 Table 3과 같다.

Table 3 Precipitation of each watershed

Item	Area (km <sup>2</sup> )	Annual mean precipitation	
		mm	× 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>
Total	454000	301.8	1370
1. 河西 Neiluhe	271100	141.6	384
①石羊河水系	41600	219.0	91.1
②黑河水系	56400	214.5	121
③疏陵河水系	152000	97.4	148
④蘇子湖水系	21100	112.3	23.7
2. Huanghua	144519	500.3	723
①湟水區	3827	386.7	14.8
②洮河區	24847	623.8	155
③蘭州(upper) 干流區	26160	535.2	140
④蘭州-河口鎮區	30535	304.9	93.1
⑤涇河區	31220	531.7	166
⑥北洛河區	2330	549.4	12.8
⑦渭河區	25600	550.8	141
3. Changjing	38370	680.2	261
①嘉陵江 (upper)	19270	690.2	133
②白龍江區	18930	670.9	127
③漢江區	170	725.9	1.28

## 2.2 강수량의 특징

강수량 특성을 보면 ①강수량이 지역별로 다르다. 즉 감속성의 강수량 추세는 남부가 많고 북부가 적고, 동부가 많고 서부가 적고, 산지가 많고 평원이 적게 분포되어 있다. 대략 500mm의 등우량선을 감속성의 건조지역과 습윤지역의 분계선으로 가정한다면, 등우량선의 동쪽으로부터 化池에서 鎮原三岔을 거쳐 之盤山을 넘어 靜寧에 진입하여 胡虜河를 따라 남하하여 泰安과 甘谷을 지나 서쪽으로 꺾어서 渭河 남안을 따라 서쪽으로 올라가 武山, 臨洮, 臨夏를 거쳐 石山大河家에 이른다. 이선 이북은 반건조, 건조지역으로 면적은 전 성면적의 75%를 차지하고 있으며, 이남은 반습윤, 습윤지역이다. 黄하유역, 蘭州市 북부, 白銀, 景泰 등지는 다년간 평균 강수량이 200mm 이하이다. 河西走廊은 동쪽에서 서쪽으로, 남쪽에서 북쪽으로 가면서 강수량은 160mm에서 50mm로 감소한다. 비가 많은 기린산지역은 강수량이 500~1000mm에 달한다.

②강수량은 계절에 따라 다르다. 감속성의 강수량은 우기인 6~9월에 가장 많으며 이 4개월의 최대 강수량은 연간 강수량의 60~70%를 차지한다. 또한 대부분 폭우형태로 나타나고 봄에는 비가 적고 불안정적이며, 겨울에는 눈비가 적다.

③강수량의 연변화가 크다. 감속성의 강수량은 9년에서 10년을 한 주기로 변화하는 특징이 있다 河東지구는 40년대에 平水期, 50년대는 平水水期, 70년대는 枯水期로 5~6년의 枯水期가 연속적으로 나타났고, 80년대 平水期에서 豊水期로 큰 변화가 있었다. 최대·최소 강수량의 비율은 동쪽에서 서쪽으로 갈수록 증가한다. 河東지역은 대부분 2~3배 사이이다. 예를 들면 定西는 1967년 강수량은 721.8mm, 1969년은 248.7mm로 비율이 2.9:1이고 敦煌은 16.5:1에 달한다. 건조·반건조 지역의 비율은 반습윤·습윤지역에 비하여 크다.

## 3. 氷川자원

감속성의 氷川자원은 기린산지역과 阿彌金山 동단에 분포되어 있으며 2,217 갈래의 氷川이 있으며, 그 면적은 1,596 km<sup>2</sup>이고, 저수량은 786.9억 m<sup>3</sup>로 물로 환산하면 약 669억 m<sup>3</sup>이다.

河西走廊은 56갈래 하천 중 氷川으로부터 직접 보급 받는 하천수는 24갈래이며 매년 약 9.46억 m<sup>3</sup>을 공급하는데 이는 내륙하 유역의 하천 유출량 73억 m<sup>3</sup>(유입수 포함)의 13%이다.

수계에 따라 분류하면, 接水系중에 石羊河가 0.58억  $m^3$ 으로 유출량의 3.7%, 黑河은 2.45억  $m^3$ 로 6.7%를 蘇勒河와 哈爾騰河는 6.43억  $m^3$ 로 31.8%를 차지한다.

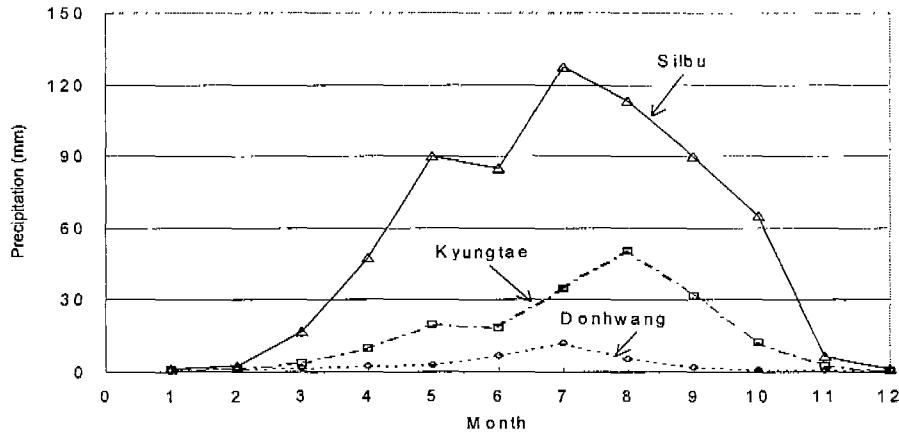


Fig. 2 Monthly precipitation of arid(Donhwang), semi-arid(Kyungtae), wet (Silbu) area

#### 4. 지하수자원

성전체의 지하수자원은 두 지역으로 나눈다. 하나는 자체 지하수자원만 계산하면 169.49억  $m^3$ 이다. 그 중 하천유하와 반복되지 않는 지하수자원은 7.77억  $m^3$ 이다. 따라서 하천유하와 중복되는 양은 161.72억  $m^3$ 이다. 둘째는 유입수자원을 포함한 지하수자원으로 305.64억  $m^3$ 이다. 그중 하천유하와 반복되지 않는 지하수 자원은 7.77억  $m^3$ 이므로 반복되는 양은 287.87억  $m^3$ 이다.

감속성 전체의 지하수자원 총량은 Table 4과 같다.

Table 4 Total Groundwater Resource of Gansu Province

Item Watershed	Natural Groundwater Resource ( $\times 10^8 m^3/yr$ )					Groundwater Resource including Inflow ( $\times 10^8 m^3/yr$ )				
	Mount. Area	Plain Area	Total	Among		①	②	③	④	⑤
				River Flow & Overlay	River Flow & Nonoverlay					
Neiluhe	26.09	47.27	73.36	69.92	3.44	32.94	47.37	80.21	76.77	3.44
Huanghua	51.63	4.43	56.06	52.15	3.91	164.63	4.43	169.06	165.15	3.91
Changjing	39.65	0.42	40.07	39.65	0.42	55.95	0.42	56.37	55.95	0.42
Total	117.37	52.12	169.49	161.72	7.77	253.52	52.12	305.64	297.87	7.77
Ratio	69.2	30.8	100	95.4	4.6	83.0	17.0	100	97.5	2.5

#### IV. 분석과 고찰

감속성은 지리적으로 중국의 중심부에 위치하면서 동쪽은 산서성, 서쪽은 청해, 신강성, 남쪽은 사천성, 북쪽은 넝하성, 내몽골 등과 인접해 있으면서 황토고원, 내몽골고원과 청장고원 등 3대 고원의 교차 지역에 위치해 있다. 특히 중국의 3대 하천인 황하, 장강 및 내륙하 등의 상류지역에 위치하면서 강수량을 보면 성전체 연평균 강수량이 301.8mm로 건조 지역에 해당하고 河西 내륙하는 연평균 강수량이 141.6mm, 황하유역은 500.3mm, 장강유역은 680.2mm이다. 감속성의 태양열 에너지 자원은 열량이 풍부하고, 일조량이 충분하다. 성전체 평균일조시간이 2000시간이고, 4분의 3이상이 전지역에 연간 일조시

간이 2500시간을 초과하고 있다. 이 값은 한국의 서울이 2,425.4 시간에 비하면 큰 값이 된다. 연평균기온은 0~15°C이며, 낮과 밤의 온도차가 크고, 빛의 질이 좋아 농작물 광합성 작용이 아주 유리하다.

지하수 자원은 169.49억 $m^3$ 로 추정되며 그중 하천 유하와 반복되지 않는 지하수자원은 7.77억 $m^3$ 이다. 유입지하수 자원은 305.64억 $m^3$ 로 추정되고 있다.

우리 나라와 기후나 풍토를 비교하기는 어렵지만, 한국의 국토면적의 4.5배나 넓고 수자원량은 한국의 절반정도 이지만 일조량이 많고, 넓은 땅을 가지고 있어 앞으로 대단한 잠재력을 가지고 있다고 본다. 따라서 한국의 농업과 기술제휴를 할 수 있는 분야와 품종의 교류 등 육종학 면에서도 서로 보완한다면 양국사이에 큰 발전이 기대된다고 사료된다.

## V. 결 론

중궁의 중심부에 위치한 감숙성은 (동경 $92^{\circ} 31'$  ~  $108^{\circ} 42'$ , 북위 $32^{\circ} 31'$  ~  $42^{\circ} 57'$ ) 동쪽으로 상서성(Sansi), 서쪽은 청해(Qinghai), 신강성(Xinjing), 남쪽은 사천성(Sichuan), 북쪽은 넝하성(Ningxia), 내몽골(Neimenggu)에 인접해 있다. 지리적으로 황토고원(Huangpu), 내몽골고원(Neimenggu), 청장고원(Qingjiang) 등 3대 고원의 교차지역에 위치해 있고, 하천의 구성은 황하(Huanghua), 장강(Changjing), 및 내륙하(Neiluhe) 등 3대 하천 유역에 속하고, 황하 상류지역에 속한다. 인구는 1997년 말 2,492.2만 명이고 면적이 45.44만  $km^2$ 의 넓은 면적을 가지고 있다. 감숙성의 수문학적 특성을 통해서 농업의 특징을 다음과 같이 결론을 얻었다.

2. 수자원 총량은 610.77억  $m^3$ 로 한국의 수자원량 1,267억  $m^3$ 의 약 1/2이며, 연강수량도 한국의 1,274mm보다 적은 값으로 전성의 연평균강수량 301.8mm는 건조지역에 해당되고(450mm 이하), 河西 내륙하는 141.6mm, 황하유역은 500.3mm로 반건조지역(450~900mm), 장강유역은 680.2mm로 역시 900mm 이하로 반건조지역임을 알 수 있다.
3. 감숙성의 氷川자원은 기련산지역(Qiliansan)과 阿彌金山(Yaneijinsan) 동단에 분포되어 있다. 그 면적 이 1,596  $km^2$ 이고, 저수량은 786.9억  $m^3$ 로 물로 환산하면 약 669억  $m^3$ 로 잠재적수자원량을 가지고 있다.
4. 감숙성의 일조량은 열량이 풍부하고 일조량이 충분하여 성 전체 연평균 일조시간은 2000시간이고 4분의 3이상 지역이 년간 일조시간 2500시간을 초과한다. 연평균 기온은 0~15°C이며 빛의 질이 좋아 농작물 광합성작용이 아주 유리하다.
6. 감숙성은 지리적으로 편벽되고, 교통이 불편하고, 밀폐된 곳이라 발전속도가 느리고 경제 기초가 약하고 생산력이 낮다. 앞으로 개혁개방으로 경제상 많이 발전하고 경제 체계를 정비한다면 감숙성은 우세한 성으로 자원 면에서 거대한 잠재력을 가지고 있다.

## 참고문헌

1. 崔禮煥 외 5일 공저, “應用水文學”, 鄉文社, pp.22-25, 1984.
2. CHOI, Ye-Hwan, “Resources Development and Protection of Mountainous Area in Korea”, The proceedings of '98 International Symposium on Resources Development & Protection of Mountainous Area, Chinese Society of Agricultural Engineering, Shijiazhuang, China, pp.55-69, Oct., 17-20, 1998.
3. Chow, V.T., “The glacier theory”, Advances in Hydroscience, Vol.7, pp.81-169, 1971.
4. 國際民間經濟協議會, 海南省經濟概況, pp.1-29, 1989.
5. 建設部, “한국수문조사연보 (1963-1998)”, 1998.
6. 建設部, “한국수문조사연보 우량편 (1962-1978)”.