

美國 內務省 開拓局 水資源開發의 紹介

How Does U.S.B.R. Develop Land and Water Resources?

權 五 完* · 李 秀 長**
O Wan Kwon · Soo Zang Lee

개척국(Bureau of Reclamation)은 어떻게 값싼 수자원을 개발하고 있는가?

본인들은 1974. 1. 17.일부터 1975. 1. 20일까지 미국 내무부 (Department of Interior) 산하 기관인 개척국(U.S.B.R.)에서 1년간의 교육을 받은바 있으며 교육계획의 일환으로 약 3개월간 현장견학을 위하여 미국 서부일원을 여행했다.

이 여행에서 본인들은 개척국이 어떻게 인간이 살 수 없는 서부지역을 잘 개발해서 오늘날과 같은 살기좋은 낙토를 만들었는가에 대하여 개척국의 수자원 개발계획부터 조사와 설계, 시공과 유지관리에 관한 사항을 현장여행을 통해서 느낀바를 기술하고자 한다.

현장교육 계획은 개척국 해외훈련담당직원(Foreign Training and Visitor Section)에 의하여 이루어졌으며 현장교육 장소는 타당성 조사지역에서부터 사업시행 인가를 득하여 세부세계를 위한 조사지역, 공사하는 지역, 공사가 완료되고 사업비 상환을 위하여 개척국이 유지관리하는 지역과 완전히 농민의 조합형식(Irrigation District)의 기관에서 유지관리만 하는 지역으로 구분하여 각 사업소 지역별로 약 1주일씩 체재하면서 수자원 개발에 대한 종합적인 교육을 받았다.

이 현장교육을 통하여 개척국은 어떻게 값싼 수자원을 개발하였으며 또한 우리는 앞으로 어떤 계획으로 수자원을 개발하여야 할것인가를 말하기는 너무나 여러가지 조건이 상이하고 본인들의 짧은 식

* 농업진흥공사 금명사업부

** 농수산부 특정 지역개발과

견으로는 어려우나 그래도 현장교육에서 얻은 개척국의 계획과 방향을 정리해서 참고에 자하고저 한다.

개척국의 수자원 개발 방향과 계획은 첫째 다목적으로 개발하고 있다.

우리들이 흔히 말하는 다목적이란 무엇인가? 1902년 미국 서부 17개 주의 수자원을 다목적으로 개발하기 위하여 개척국이 설립되었다고 하며 개척국의 설립목적은 보면 다음과 같다.

"The Bureau Conducts a multi-faceted program to provide municipal and industrial water supplies, hydropower generation, flood control, river regulation, water for agricultural, outdoor recreational opportunities, fish and wildlife enhancement, and water quality improvement" 즉 개척국은 생활용수와 공업용수의 개발을 비롯하여 발전(전기), 홍수조절, 하천조절, 농업용수 개발, 관광자원 개발, 담수어 및 야생동물 서식과환경 조성, 수질개선등의 수자원 개발사업을 수행하는 기관이며 이와같은 목적을 위한 사업을 다목적 수자원 개발이라 하고 있다. 이와같은 다목적 수자원 개발사업을 위하여 설립된 개척미국 처음으로 다목적 다용 수자원 개발사업을 계획한 것은 설립 26년 후인 1928년 "The Boulder Canyon Project"라는 사업명으로 국회의 승인을 얻어 Hoover Dam 건설공사를 1931년 3월 착공하면서 부터 비롯된 것이다. 개척국이 착수한 이 Hoover Dam의 성공은 다목적 수자원 개발의 기술적 가치로나 그 경제적 가치로도 세계 최대의 것으로 인정을 받게 되었으며 이

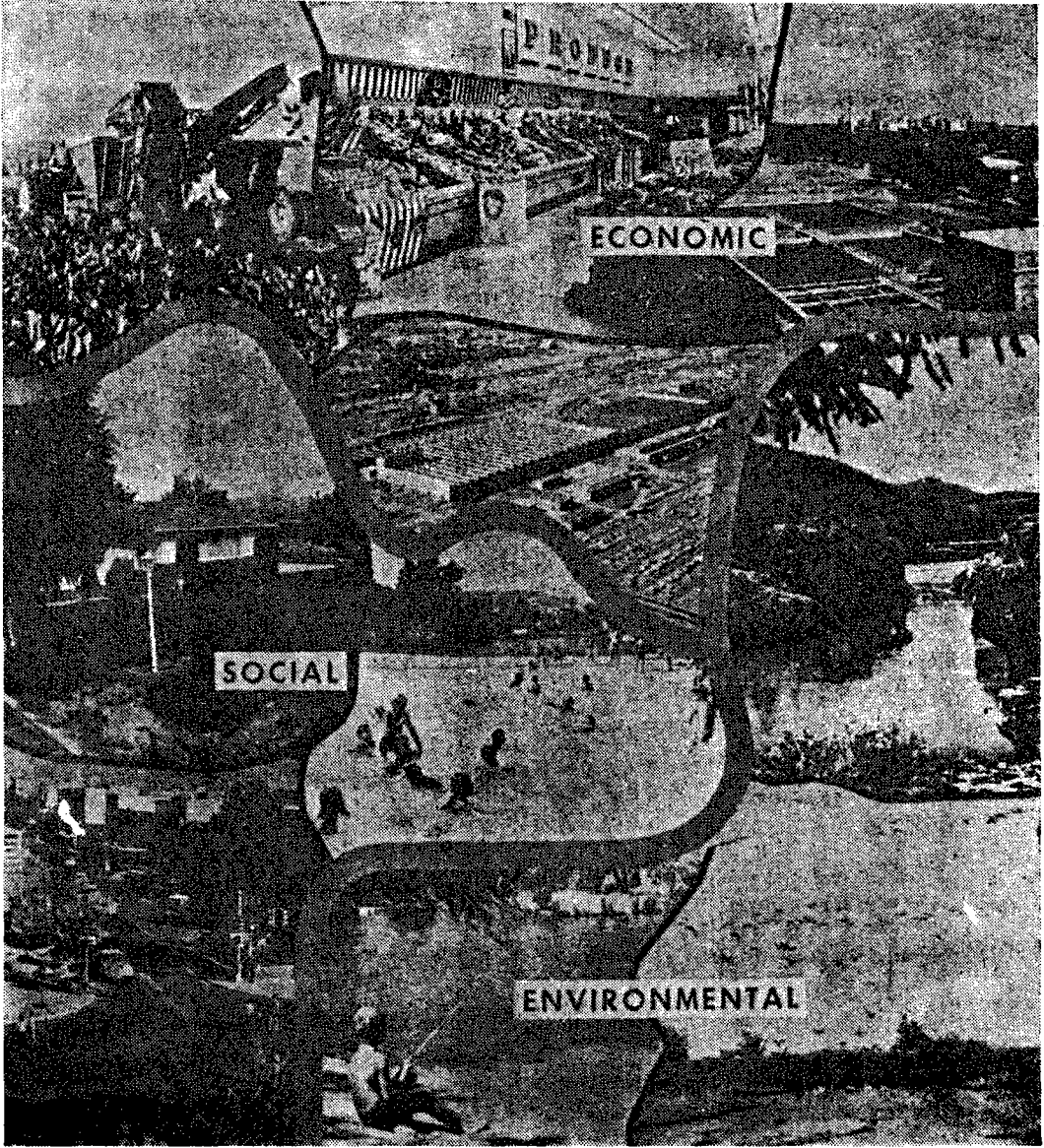


사진-1. 다목적 수자원 이용을 보여주는 사진

Hoover Dam(높이 221m의 콘크리트 중력식 댐)의 성공으로 개척국은 이 공사보다 더 어려운 조건의 Grand Coulee Dam(높이 167m), Shasta Dam(높이 138m), Glen Canyon Dam(높이 215m)등을 자신있게 착수하게 되었고 또한 개척국은 세계 수자원 개발기술 센터로서 인정받게 되어 오늘날 세계 각국의 수자원개발 기술원조와 교육에 봉사하고 있

는 것이다.

우리 나라에서도 개척국의 다목적 수자원 개발계획과는 다를지라도 농업종합개발사업이라는 이름으로 1970년 금강평택지구 사업이 시작되었으며 그 주 수원공인 아산과 남양방조제의 성공은 우리나라의 농업토목 기술진의 능력을 인정받는 계기가 되었고 이어 영산강하구연 개발계획과 옥서지구의 금강하



사진-2. 다목적 댐으로 세계적으로 이름난 Hoover Dam 전경

구현 개발계획, 삽교천 방조제 공사등을 자신있게 계획할 수 있게 하고 있는 것이다.

한편 착공 40년 후인 1971년 이 Hoover Dam 에 관련된 주요 공사가 완성된 이래 여기에서 얻어진 주요 효과를 열거하면 약 750천-1백만의 농경지 관개용수 공급, 약 10백만이 넘는 인구의 식수공급, 서부지역의 주요 산업 도시인 Los Angeles, San Diego, Las Vegas 등 여러 공업도시의 공업용수 공급, 4500백만 KW-Hour/1년 발전량, 홍수피해 제거와 하천조절, 연간 5'백만인원의 수영과 보트, 수상스키, 낚시와 사냥 등 기타 Hoover Dam 에 관련하여 얻어지는 모든효과를 계산하여 투자비를 계산할 때 값싼 물값이 되는것은 당연한 사실이라 하겠다.

둘째 수자원 개발계획은 장기계획으로 이루어져야 한다.

본인들은 현장교육 계획에 따라 Grand Coulee



사진-3. 세계최대발전소와 양수장이 있는 Grand Coulee Dam 전경
(좌측 제3발전소 건설광경)

Dam 사업소에서 약 1주일간 있었다. 이 댐은 1934년 착공하여 1939년 완공한 것으로 세계에서 제일 큰 발전소(총발전량 9,771,000KW)와 양수장(양수기 10타마력 6500HP×12대) 이설치된 곳으로 유명하다.

이 댐 제당 좌우양측에 2개소의 발전소(총발전량 2,280,000KW)가 완성되어 가동하고 있었으며 현재 증축측에 제3발전소(발전량 600,000KW×12대설치)를 증축건설중에 있다. 개척국이 이댐을 계획할 때 1960년대와 1980년대의 전력수요를 고려해서 용이하게 증축 시공할 수 있도록 하였다가 1966년에 와서 제3발전소 건설계획을 착수 하게 되었으며 6대의 발전기(총발전량 3,600,000KW)는 1976년까지 완성하고 나머지 6대는 1982년까지 건설하도록 하였다. 또 댐 시점측에 12대의 양수장 시설이 의면상으로는 완성되어 있으나 실제 건물내부에는 6대의 양수기만 가설되어 가동하고 나머지 6대의 양수기는 장차 양수량의 필요에 따라 양수기만 설치할 수 있도록 되어 있어 앞으로 언제든지 양수량이 부족할 때에는 용량을 증가할 수 있도록 되어 있다.

다시 말하면 발전소 계획당시 앞으로 전력수요가 증가될 것을 감안하여 제3발전소를 쉽게 확장할 수 있도록 발전소 설계가 되었으며 현재 당초계획대로 제3발전소를 건설중에 있는것이다. 이와같이 이 지역의 20~40년후 전기와 필요수량의 변화를 감안하여 계획한 기술진의 긴 안목에 깊은 감명을 받았다

우리들은 이 지역의 수자원개발 계획을 보고 앞으로 어떤 농업용수 개발사업 이던간에 필요용수량의 변화가 왔을 때나 저수지 내용적에 변화가 있을 때 즉 다시말하면 논농사 위주의 관개에서 밭까지 관개가 필요하거나 토사퇴적으로 내용적 감소가 발생될 때 용이하게 내용적을 보강하거나 시설물을 확장할 수 있도록 수자원 개발계획이 수립되어야 될 것으로 생각되었다.

세계 수자원 개발계획은 유지관리가 용이하게 계획되어야 한다.

우리들은 또한 Minidoka Project에서 약1주일간 있으면서 이 지역 관개사업의 유지관리에 대한 교육을 받았다. 이 지역은 미국 서부지역에서도 제일 먼저 수자원개발사업을 착수한 곳으로 1904년 부터 개척국에서 착수하여 1939년에 대부분의 중요한 수원공 시설이 완료되고 현재는 관개지역 농민단체(Irrigation District)인 조합에서 유지관리만 하고 있는 곳이다. 이제 이관개지역에 남은 문제는 어떻게 유지관리비를 절감하여 농민의 수세를 가벌게 할

것인가? 하는 것이었다.

유지관리비, 즉 농민이 부담하는 수세의 내역은 크게 조합운영상의 인건비와 관개시설물 보수비로 구분할 수 있다. 유지관리비 중 인건비를 절약하기 위하여 관개지역을 관리운영하는 조합 관리자측에서는 첫째 주요시설물(양수장, 저수지)을 자동조작 시설로하여 상주 관리인을 두지 않는다는 것이다.

이곳에서도 개발초기에는 주요시설물에 현재 우리와 같이 관리인 숙소까지 마련되어 있었으나 오늘날 기계문명에 의하여 상주관리인은 필요없게 되었다. 또한 관개기간동안 임시채용된 수로관리인들은 무전기와 자동차를 소유하고 있어 신속하게 연락함으로써 적은 인원으로 넓은 관개지역을 효율적으로 관리하는 것을 볼때 우리도 앞으로 유지관리비를 절감하기 위하여 시설물의 자동화와 현대식 통신 시설을 이용하여야 될것이다. 농업용수 관개기간은 약 100~120일 정도이며 이 짧은 기간을 위하여 365일 상주관리인을 둔다는 것은 재고해야 될것이며 또한 양수기 시설도 관개기간동안 즉 약 100일동안 관리인 없이 작동될 수 있도록 양수기가 발달 되었다는 것이다.

이 지역의 주요간선 수로는 현재 우리와 같이 대부분의토공수로로 시공되었으나 현재는 라이닝 수로로 변경하고 있다. 조합관리자의 설명에 의하면 토공수로는 사면붕괴, 잡초의 발생등으로 수로유지 관리에 많은 비용이 들어 이와같은 문제점을 해결하기 위하여 라이닝 수로로 변경한다는 것이다. 값

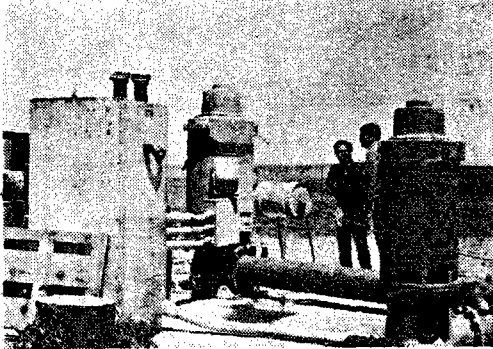


사진-4. '수백정보를 관개하는 간단한 양수장 모습

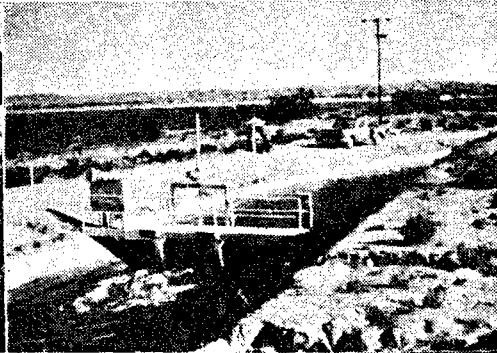


사진-5. 잡초가 번무하는 토공수로와 라이닝 수로의 모습

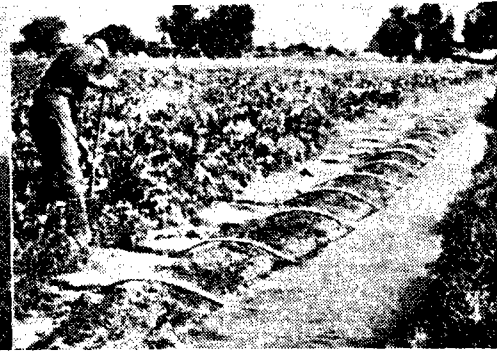


사진-6. 발관개의 살수관개와 고탄관개 모습

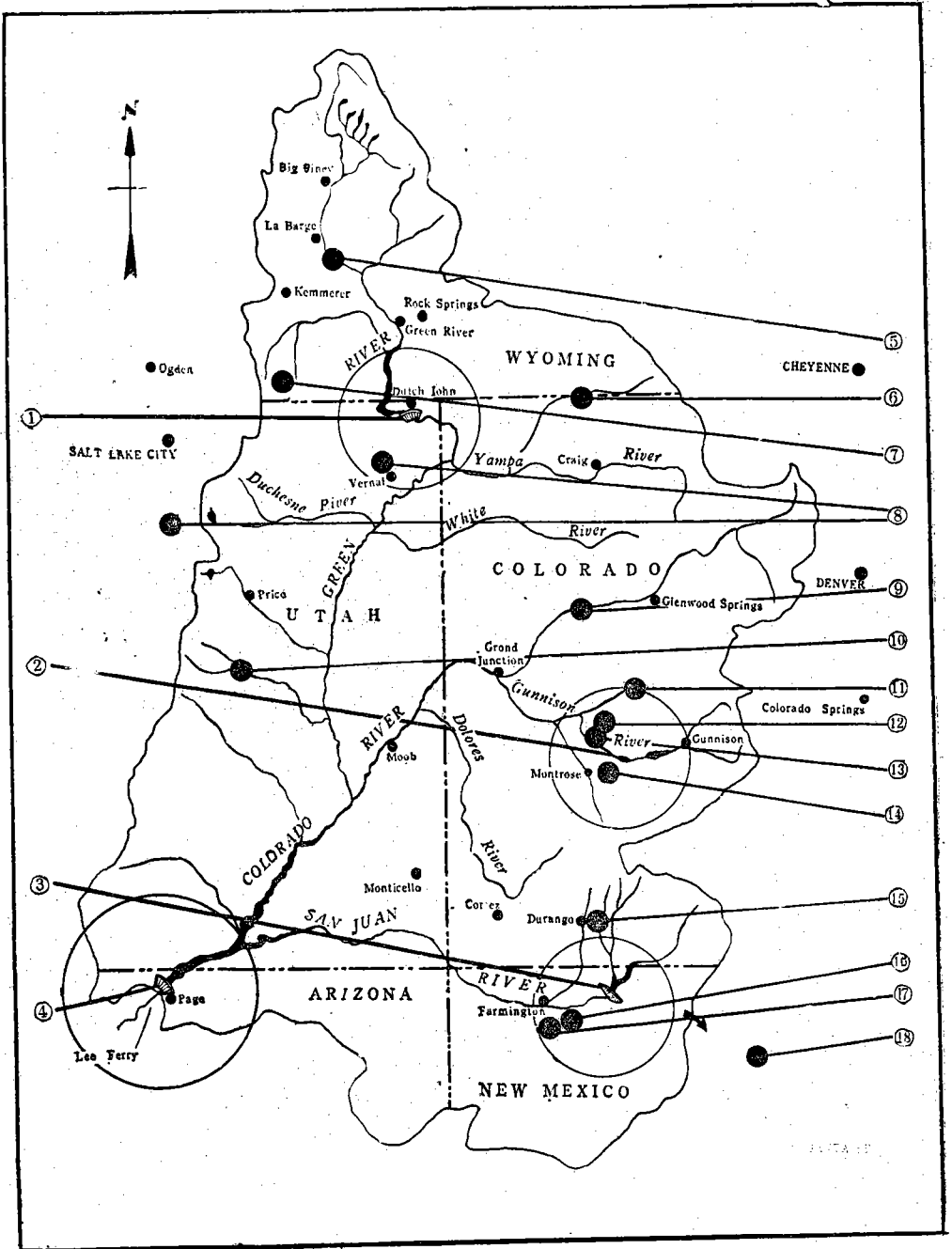


사진-7.

- | | |
|---|---------------------------------------|
| (1) Flaming gorge Dam (높이 502 feet 콘크리트댐) | (10) Emery country Project |
| (2) Curecanti unit (3개 Dam) | (11) Paonia Project |
| (3) Navajo Dam(높이 402 feet 토언제) | (12) Smith Fork Project |
| (4) Glen Canyon Dam(높이 710 feet 콘크리트댐) | (13) Fruitlant Mesa Project |
| (5) Seedskaadee Project | (14) Bostwick Park Project |
| (6) Savery-Pot Hook Project | (15) Florida Project |
| (7) Lyman Project | (16) Hammond Project |
| (8) Central utah Project | (17) Navajo Indian Irrigation Project |
| (9) Silt Project | (18) San Juan-Chama Project |

싼 토공수로 위주의 설계와 시공을 하는 우리의 생각과는 차이점이 많다 하겠다. 이제까지 라이닝 수로의 수리학적 이점만을 알고있는 필자에게는 라이닝 수로가 유지관리 측면에서 크게 경제적이란 새로운 사실을 이지역 현장교육에서 배웠다.

관개수를 이용하는 농민층에서는 사용수량과 노동력을 절감하고 관개효율을 크게하기 위하여 재래식 관개방법(저류또는체류관개)을 지양하고 살수관개방법으로 변경하고 있다. 재래식 관개방법은 관개수의 손실이 크며 일력이 많이 필요할 뿐 아니라 때로는 과잉용수로 표토의 유실현상이 발생하는등 여러가지 단점이 있다. 그러나 살수관개방법은 일시적인 시설비가 많이 요할지라도 관개효율을 크게하고 노동력을 절감하며 농산물 증산등 오히려 여러가지 이점이 있어 농민들 스스로가 살수관개방법으로 변경하고 있다는 설명을 들었을 때 우리도 용수량을 절약하기 위한 관개방법이 연구검토되어야 할 것을 느꼈다.

네째 수자원개발은 유역중심으로 계획개발되어야 한다.

수자원의 발생지와 경로는 하천 상류 능선으로부터 시작하여 하구에 이르기 까지이다. 그러므로 수자원의 잠재적가치는 그 시작부터 평가되며 수자원 경로의 관리와 개발계획에따라 그 가치가 상이함으로 수자원의 개발은 시작지점부터 바다에 이르기까지 이루어져야 함은 말할 필요도 없다. 다시말하면 전체의 크고 작은 유역을 한개의 단위로하여 개발함으로써 사업비가 많이 들고 개발기간이 장기간요하는 불리한 조건이 있으나 전체를 한개의 사업구역으로

함으로서 국토의 종합적 개발과 투자효과가 크다는 장점이 있는것이다. 사진 7의 Colorado River Storage Project 중 Seedskadee Project 수자원개발계획을 단일 사업계획으로 평가할 때는 투자효과가 낮으나 이 전체 Colorads River 의 중간지역인 Hoover Dam 까지를 한개의 Colorads River Storage Project 사업구역으로 평가할 때 상류의 수자원이 하류에서 재이용됨으로 그 가치는 다시 상류지역의 투자비로 상환되어야 하며 당연히 한개의 단일 Seedskadee Project 는 전체 Colorado River 의 수자원개발효과로서 평가받게 된다는 것이다. 이와같은 이론은 상식적인 이야기 일지는 모르나 본인이 현장교육을 받은 The Columbia Basin Project, Colorado River Storage Project, Fryingpan-

Arkansas Project, The Colorado-Big Thompson Project 등이 모두 유역중심의 수자원개발계획으로 성공한 지역이며 또한 장기계획으로 수자원과 토지자원을 종합적으로 개발함으로써 개척국은 짧은기간에 값싼 수자원을 개발한 기술단체로서 세계에서 평가받을 수 있었던 것이다.

이제까지 우리나라의 수자원개발은 비교적 하천 상류부에 개발이 용이한 지역에 저수지 또는 보와 양수장을 설치하는 등이 있으나 우리가 현재 시행하고 있는 영산강유역 종합개발계획과 같이 유역중심의 종합적 수자원및 토지자원 개발계획으로 전환되어야 할 것이다.

위에서 언급한 바와같이 값싼 수자원을 개발하기 위하여는 첫째 다목적이어야하고 둘째 장기간개발 계획이어야 하며 셋째 유지관리비가 절약될 수 있는 방향으로 계획되어야 하고 넷째 유역중심의 개발이어야 한다고 요약할 수 있다. 이는 수자원 개발계획은 경제적 효과면을 크게 할 수 있는 방향으로 개발되어야 한다는 것이다.

개척국은 이와같은 수자원의 경제적 평가기준에서 어떤 조직으로 어떻게 수자원을 개발하여 오늘날 사람이 살수없는 서부지역을 살기좋은 곳으로 개발하였는가, 일반적으로 수자원 개발절차는 타당성 검토, 세부조사와 설계, 시공 그리고 유지관리로 크게 4 단계로 구분할 수 있다. 개척국의 조직은 위에서 언급한 바와 같이 타당성 검토를 위주하는 계획부(Division of Planning Coordination), 설계와 시공을 전담하는 설계 및 시공부 (Office of Design and Construction), 조사부 (Division of General Research, Division of Atmospheric Water Resources Management) 그리고 유지관리부(Division of Water O&M Division of Power Engineering)로 구분되어 있으며 우리나라의 농업진흥공사의 근본적으로 다른점은 조사자와 설계자가 다른 부서에서 이루어지는 점이라 하겠다. 다시 말하면 조사업무는 지사 및 사업소에서 이루어지고 설계업무는 설계부에서 이루어지고 있다. 그리고 개척국 하부 지방조직은 행정구역별로 조직되어 있는 것이 아니라 유역별로 구분되어 있다. 수자원 개발계획은 유역중심별로 되어야 하기 때문에 그관리하는 기관도 서부 17개주 행정구역을 7개의 유역별(Region)로 구분하여 관리하고 있음은 당연한 사실이라 하겠다. 이와같은 조직의 개척국 직원들은 어떤인원으로 구성되어 어떻게 일하고 있는가?

개척국의 인적구성을 말하기전에 오늘날 과학이

발달한 인류경제시대의 업무는 세가지 S조건에 맞도록 개발되어가고 있다고 하며 또한 이 세가지 S조건에 맞아야 국제경쟁에 승리하게 된다고 한다. 이 세가지 S조건이란 모든 업무는전문가(Specialist)에 의하여 다루워져야 한다는 것이다. 이말은 전문화 되어야 기술이 발전하고 업무의 능율을 기할 수 있다는 것이며 둘째 모든 업무는 규격화(Standard) 되어야 한다는 것이다. 규격 화되어야 기계화할 수 있다는 것이다. 셋째 간단화(Simplification)되어야 한다는 것이다. 이 말은 역시 간단화 시켜야 업무의 신속한 처리와 능율을 기할 수 있다는 것이다. 이 세가지 Specialist, Standard, Simplification의 S자를 따서 세개의 S조건이라 말하며 오늘날 과학시대의 필요요건이며 모든 업무는 이 세가지 조건에 맞도록 발전되어야 최소의 비용으로 최대의 효과를 얻을 수 있는 것은 당연한 일이다.

본인은 개척국에서 그리고 현장교육에서 개척국의 수자원개발계획에서 부터 유지관리에 이르기 까지 모든 업무처리가 전문가(Specialist)에 의하여 규격화(Standard)된 일을 간단하게(Simplification) 처리되고 있음을 쉽게 알 수 있었다. 개척국의 조직과 규정은 위에서 말한 세가지 S조건에 맞도록 70년 동안 개정되어 오늘에 이른것이다. 개척국의 기술직원의 인적구성 은 전문가와 기능직으로 구성되어 있고 각 업무는 지침서(Manual)나 호형도에 의하여 간단하고 신속하게 처리되며 어려운 문제는 전문가에 의하여 연구검토되고 있다.

이와같이 개척국은 전문가와 기능직에 의하여 규격화된 일을 간단하게 처리함으로써 개척국 설립 70년이 된 오늘날 인류가 살 수 없는 서부를 완전히 개발하고 나아가서 세계각국의 수자원 개발 자문기관 역할을 하고 있는것이다.

개척국의 70년간(1972. 6. 30까지)의 중요한 업적을 요약하면 다음과 같다.

가. 사업지구	240 개소
완로지구	162 "
조합관리지구	114 "
공동관리지구	24 "
개척국관리지구	24 "
시공지구	78 "
나. 시설물 현황	
저수지	730 "

보	322 "
양수장	128 "
발전소	50 "
수 로	62,683 마일
간 선	13,706 "
파이프	801 "
터 널	200 "
배수로	14,313 "
지 선	33,663 "
다. 총투액	5,600 백만불
농업투자	1,300 "
전기투자	1,300 "
기 타	3,000 "
총상환액	총투자액의 86%
효 과	2,470.6백만불
농산물	2,470.6 "
전 기	126 "
홍수조절	126 "

라. 수자원 이용현황

물이용량	26,200백만 에이카-피트
관개용수	24,000 "
공업 및 식수	1,900 "
기 타	300 "
물사용자 수	16,200,000명 (서부인구의 30%)
공업 및 식수	14,000,000 명
관개용수	1,600,000 "
관개면적	8,920,000 에이카
농민세대수	145,000 세대
관광이용	
관광지 개발	248 개소
이용자 연인원	56,200,000 명

지금도 잊혀지지 않는것은 어느 조합 현황책자에서 이렇게 써있는 짧은 어구이다.

without water this land would be as the neighboring desert. Without water there would be no roads, telephones, shools, banks, doctors, or grocery stores.

Without water there would be no people.

물없는 이곳은 사막과 같을 것이며 도로와 전화, 학교, 은행, 병원 그리고 상점들이 없고 또한 우락 들도 없었을 것이다. "끝"