

蘇聯의 自然改造와 水文學

유네스코 國際水資源을 위한 물收支 심포지움에 다녀와서

돌이켜보건데 1961年 蘇聯 共産黨은 第22次 總會 때 1961 ~ 70年까지 共産主義의 物質, 技術的土台를 造成하면서 美國보다도 1人當 生産高를 크게 하는데 두고 다음 目標로 1971 ~ 80年 사이에 "全國民에게 余裕있는 物質, 技術的 財貨가 保障되도록 한다"고 宣言한바 있다. 이것은 다시 말해서 共産主義의 基礎를 1980年까지 確固히 한다는 것으로 볼 수 있다. 나아가서는 "共産主義란 蘇聯權力"에다 보태어서 "全國의 電化의 實現," 이라고 한바있다. 오늘날 電化는 蘇聯經濟의 主軸으로 되어 國民經濟의 各部門의 發達과 함께 技術進歩를 實現하여 왔다고 한다.

現在 소련에는 第10次 經濟5個年計劃이 (1976 ~ 80) 이 實施되어 1970年까지 年間發電量은 9,000 億 兆 KWH에서 1977년에는 1兆 1,500 KWH로 水力은 現在로서 매우 開發하였다 하지만 開發可能水力資源

1兆 950億 KWH의 13% 程度의 낮은 開發率이다

水力發電이 60%가 東部 시베리아 極東地域에 集中되어 있는데 其中 “에네세이” 江의 “크라스노 야쿠 스크” 水力 (1971年 完工總出力 500萬 KWH) 및 “사얀” 水力 (1992年 完工豫定 計劃出力 640萬 KWH) “안카 락” 江의 “크라스쿠” 水力 (1971年 完工 總出力 410萬 KWH) 등 世界 最大級이라 할수 있다.

소련의 水力은 典型的인 火主水從型式으로 水力이 全發電에 차지하는 比率는 겨우 12% 原子力發電量은 1975年까지 美國의 半으로 全電力에 차지하는 比率는 約 2% 이나, 1980年까지 全發電量의 6% 특히 유럽 · 소련地域에서 10%로 提高하는데 두고 있다.

이는 소련에는 世界 우량 埋藏量 (1/5)이 豊富하다는 것과 유럽 · 소련地域이 工業中心地이며 또한 에너지의 最大消費地인데도不拘하고 유럽 · 소련地域은 火力, 水力等 에너지源이 먼 距離에 있어서 安定供給이 不安한 까닭이라 하겠다.

하지만 安定供給立場에서나 電力系統에 차지하는 調整立場에서 보면 水力開發이 重要한 까닭에 1兆

950億 kWh의 經濟可能水力開發提高에도 現在 主力하고 있는 한편 農業機械化에 수반하는 農村電化로 農作物의 增收安定을 위해서 自然改造권 이름 아래 특히 旱魃을 防止하고 土壤 肥次化하고 膨大한 乾燥地域의 水制化를 위한 水利施設의 建設, 農耕地 保護林의 造成, 貯水池의 建設, 放牧地에의 給水, 低濕地의 干拓等을 推進하고 있다.

또한 土壤의 風水浸蝕을 防止하고 森林과 水源 其他 自然資源의 保護와 合理的 利用等, 多大한 關心을 集中하고 있다.

이 中 全國의 水利化 面積을 1971 ~ 80年間に 3倍로 하고자하는 目標을 設定하였다.

한편, 소련에는 大小 20萬 以上の 河川이 있고 海洋에 注入하는 總 流出量은 年間 4000億立方km³ 地球上의 全河川의 年間流出量의 12%이다. 世界 十大河川中 4個 河川이 소련에 있으며 河川 內陵水運에 利用되고 있는데 全航行 길이는 約 50萬 km이다.

1980년까지 180個의 大容量水力發電所가 建設되는 計劃에 大貯水池가 建設되어 유럽·소련地域과 아

시아 소련地域의 自然河川은 매우 變貌될 것으로 展望된다

貯水池의 長이가 數 10 ㎞ 長이와 幅이 數 10 ㎞ 때로는 數 100 ㎞나 되는곳이 있어서 荒天때는 海洋과 같이 되어 3-5 ㎞의 波高가 發生하므로 河川船舶航行에 危險이 있는곳도 있다한다

소련全土의 年間平均降水量은 531 mm 이 中 63% 은 蒸發하고 나머지 37% 가 土壤水分 河川水가 되고 있다

표-1 蘇聯의 河川分布와 1 流量

河川流域 入水域	流域面積 (100 ㎞ ²)	蘇聯全土 의 比率	流出量 (㎞ ³)	全流出量比 率 (%)
北 冰 洋	11 700	54	2 394	61
太 平 洋	3 200	15	850	21
大 西 洋	1 800	8	316	8
아람가스피海	4 900	23	378	10
蘇聯全土	21 600	100	3 938	100

五-2 世界主要国의 水資源 比較

国 土	領土面積 (10 ⁶ km ²)	人口(百万人 1960年 調査)	平均年 流量(km ³)	流量比率(1000t/中)	
				1km ² 当	1人当
世界全体	135.40	2.972.0	36.300	268	13.0
蘇聯全土	22.27	208.8	4.340	195	20.8
유럽 蘇聯	5.57	162.0	950	170	5.8
美 国	9.36	182.0	2.850	363	15.6
브 라 질	8.51	62.7	3.200	376	51.0
인 도	4.55	44.8	343	441	7.7

소련에 있어서 水資源의 流出量은 不均一하고 (圖-2) 또한 河川의 配置가 不均等하여 全河川 中의 約 83%가 소련 東部地域에 있어서 北氷洋과 太平洋에 流入되고 있다. 7.5%가 大西洋 水域과 며지 9.5%가 아랄, 카스피海의 內陸湖에 流入되고 있다. (圖-1)

이들 河川은 豊富한 水力資源을 包蔵(約 3億 KWH)하고 現在까지 巨大한 人造湖(댐)建設 大運河 水路의 掘鑿開通으로 大自然改造가 이루어져 왔

다 하지만 未開地가 많아 河川 以外의 水資源利用
改善도 進行되고 있지만 물의 流出量으로서의 面積
比率(比流量)은 北西部가 15 l/sec/km^2 東西部가
 4.5 l/sec/km^2 로 偏在되고 있음을 볼 수 있다.

이와같은 偏在은 國民經濟가 發達된 地域에는 充
分한 用水供給이 되지 못하고 있다.

소련인이 주로 生活하고 있는 部分은 “레닌그라드,”
科學都市인 “노보 시빌스쿠,” 線보다 南쪽으로서 여기
에는 最大의 工業과 農業地域이 있다.

그런데 이 地域에서의 年間河川流出量은 소련 全
國土의 20%에 不過하다 따라서 他地域에 물을 流
域 變換하여 導水하는 問題가 있다.

또한 소련의 河川流量은 季節에 따라서도 不均衡
한 賦存이다. 全流量의 $2/5 \sim 3/5$ 가 짧은 春季에
出水가 되며 이때 增水에 의한 洪水問題가 發生한
다.

이래서 國民經濟의 必要上 물의 年中 平準化를
위한 貯水池에서 물調節 問題와 建設이 提起되고
있다.

1963年 記錄에 依하며 中規模 以上の 貯水池만으

로 有效容量은 212 立方 km³ 以上으로 이것도 住民이
있는 地域에서 貯水池에 依한 調節 不可能한 것이
全流量의 35-40% 이다. 소련의 水力資源分布도 均等
하지 못하고 理論的 評價로 소련河川의 水力資源은
年生産高 3.7×10^{12} kWh로서 世界水力資源賦存의 11.4
% 이다.

소련 "타지크, 共和國에서는 1650 kWh / 平方 km 로 많
은 賦存이나 "에스토니아, 共和國에서는 13.2 kWh / km²
밖에 안된다

여기서 送電系統으로서 800 kV의 直流送電이나 各
種 送電網이 있어서 均等電化와 水資源開發에 集中
하고 있다.

地下水도 重要한 새로운 水資源으로 되어 그 開
發이 進行되어 地質探查隊가 深層 보어링法으로 全
國土의 地下水를 探查하여 왔다 그 結果로 巨大한
砂漠도 人間의 定住地域으로 計劃되고 있다.

예컨데 "가라쿠스, 砂漠에서 地下 100 m 에 地下水
가 發見되어 100 ha의 牧草地에 대한 給水를 하고
있다

最近 西部 "시베리아, 低地 3003 年方 km²에 미치는

地下水層이 發見되어 그 水層 두께는 數 10m에서 2~3 km으로 推定되고 있다 소련의 年平均 地下水 量은 110 立方km로 推算되고 있는데 그中 12%가 利用되고 있다 深層에서 揚水된 地下水質은 各種 塩類가 있고 1g에 對하여 200g의 鈹物質(NaCl, Mg, Br, Ca, I等 元素)를 包含하여 高温이므로 熱源으로서 利用될 展望이 있다

大體로 소련의 물收支에 있어서 全支出은 約 300 立方km인데 對比 소련經濟開發地域에서는 回收不能 損失이 많은 차단에 約 15立方km는 工業 農業 生活用水로 使用된 後에 回收不可能한 것으로 되어 있다

소련은 "올림픽을 開催하는 1980년까지 工業은 6倍, 農業은 3.5倍의 生活增加를 1961년의 소련共產黨 綱領에서 目標로 한 차단에 이와같은 成長과 人口 增加와 生活向上에 依한 물 消費量이 매우 增大할 것으로 豫測하여 왔다

人間 1人의 標準營養으로 必要한 生産을 하는데 約 600t의 물이 必要된다고 要求하고 있다

표-3은 産業別로 본 소련의 물의 消費量이다

표-3 産業別로 본 물의 消費量

鋼 鐵 (1t 製鍊에 對하여) 물의 消費量	15 立方m
銅 (")	40 "
알미늄 (")	1.4 "
시멘트 (1t 生産에 對하여)	1 "
고 무 (")	2.500 "
石炭採掘 (水洗法에 의한 1ton 出荷)	600~800 l
農 業 (1ha에 對하여)	年間 8,000~12,000 m ²
火力發電所 (出力30kw에 의한)	年間 3億 m ³
住 民 (1人/日)	
都市部	200~400 l
(1980년까지)	550~650 l)
農村部	80~100 l
(1980년까지)	300~600 l

소련은 經濟發達地域의 用水需要의 增加와 水質汚染 등에 의한 물의 回收不能 等에서 오는 물 問題의 切迫한 地域에 對해서 所謂 自然改造란 命題로 各棧関에서 國家的 規模로 檢討하고 있다.

특히 1919年 創立된 國立水文研究所에서 重要的 各種 水資源을 調査하는 研究機關으로서 水力開發計劃 農業水利計劃 河川水運計劃에 研究施設이 設置되고 있다.

특히 소련에 있어서 巨大한 貯水池水庫에서 蒸發되는 蒸發水量을 抑制하기 위한 研究가 있어서 蒸發이 旺盛한 소련 南部地域에 普及되어 水資源利用 效率를 위한 提高手段으로 되어 있다. 灌漑用水路의 長大함에 따르는 用水의 土壤滲透損失을 考慮해서 防止對策이 研究되고 있다. 소련 “콜호스”(集田農場) 內에서 農業用水路는 23萬km 全體로서 32萬km의 灌漑用水路運河에 利用되고 있다.

即 田畝에 運搬될 水의 約半이 到達될때 까지 蒸發滲透해서 없어지는 것을 防止하자는 것으로 1960年의 灌漑農土 約 820萬ha가 1980년에는 3.5倍를 目標 大되는 것을 考慮한것 같다.

아래서 水가 蒸發滲透損失을 節減하기 위하여 水路의 漏水防止對策으로 土管이나 鉄管의 利用이 장려되고 있다. 陸水利用 外에 경우에 따라서는 海外의 利用이 되고 있는데 이것은 地表水資源(河川湖沼貯

水池)의 80萬倍로 推定되었다 한다.

海水의 陸水化에 依한 물利用은 物理化學 部門의 研究課題로 되고 있다. 水河도 水質源의 하나로 보고 있는데 蘇聯에는 現在까지 水河의 學術調查가 行하여져 물이 적은 해에 있어서도 重要한 水質資源으로서 考慮되어 水河의 爆破에 依한 融水의 促進이 소련 南部山岳地方에서 研究되고 있다.

左右間 廣대한 領土에서 第10次 5個年計劃을 計劃的으로 建設하는 소련에서 水資源을 多目的으로 有効하게 利用하기 위한 獨特한 物利用科學 即 水文學이 發達되고 있다. 특히 寒冷한 大陸에서 結氷融水 積雪融雪 凍土 등이 複雜한 水文現象을 일으키는 까닭에 이들의 研究가 進展되고 있는 것 같다. 소련에 있어서 河川水의 補給源은 눈, 降雨, 水河高山의 눈, 地下水에 依하는 것 등 그 分布가 多種多樣하다. 이 까닭에 大小 20萬의 河川에는 또 流量이 季節的變化의 型의 첫째로는 春季에 出水하는 河川 둘째로는 5~9月의 暖候季에 出水하는 河川 셋째로는 急히 增水하는 河川으로 分類되고 있는데 특히 소련河川의 大部分은 春季出水가 主가 되는

河川洪水 이라는 것은 前述한 바 있다 이 洪水는 水文學的 季節現象中 最大의 것으로 國民經濟의 여러 分野에 그 影響을 미치고 있다 우리나라 7, 8 月の 颱風이나 集中豪雨에 依한 洪水와 같이 春季의 洪水豫報와 水文學的 最主要 課題로 되고 있다.

1908年 유럽 · 소련의 中央에 生起하는 春季洪水는 5萬수의 人家衰失. 1926年の “불가, 江, 1931年の “도너에플, 江 1947年の “도블, 江의 春季洪水는 모두 大洪水이었다. 春季의 洪水는 獨特한 氷河現象에서 始作되는 流水이 1箇所에 堆積하면 洪水의 威脅이 增大한다. 특히 北氷洋으로 向하는 河川은 下流가 結氷되고 上流가 融氷되므로 이 結氷部分과 融氷部分의 境界地處에 大氾濫과 大浸水가 일어난다. 洪水의 堆積을 豫報해서 事前 人工的으로 파괴하고 流水의 通路를 쉽게 해주자는 것이다. 이에 對한 技 的 對策은 아직 不可能한 것 같다.

10月革命後 國家建設事業의 開始와 함께 1919年에 國立水文研究所의 創設後 소련의 河川, 湖沼, 바다, 地下水의 水文學的 組織的 研究가 始作되어 1922年 에 이 研究所는 “불가, “도너에플, “돈, 江을 위시한 5大河川의 여러 地處에서 春季洪水豫報가 設定되었

는데 이때 實踐的 課題를 取扱한 少壯水文學者中에서 오늘날의 有名한 Sokolov 등 水文學者들이 탄생한 모양이다

소련 15個 聯邦 共和國 其他 共和國地方 州에서 中央의 閣僚會議의 水文·氣象管理總局이 있고 그 管理下에 氣象台와 水文豫報課가 있다 또 地域 中心都市나 大工事場에는 特別 水文氣象部가 있고 큰 灣에는 水文氣象出張所가 있으며 모두 氣象台의 下에 있다 其他 河川에는 水文 氣象派出所가 있어서 河川의 航行期間中의 必要한 地點에서 水文 일을 하고 있다

또한 水文氣象管理總局下에 “모스크”, 中央豫報研究所의 水文豫報·通信部가 水文豫報에 對한 全國的 技術指導를 하고 있다 現在 水文 氣象管理總局에서 는 “시베리아”를 貫通하는 內陸水路의 建設 “이소프, 海를 淡水湖로 하여 “가스피, 海 低地에 流入시키는 事業 西部 시베리아 地下 (0.6-3km)의 3003年方km 에 存在하는 地下熱水 (25-15°C)를 工場, 住宅에의 利用 또는 “오비, 江 “이루도 이시, 江 貯水場의 融水 用으로 利用하는 計劃이 推進中인것 같다 大體的으

으로 소련의 水文學이 大規模의 自然改造를 위한 建設事業에 有効하게 利用되고 經營하는것 같다

한편 “유네스코” 国内委員會가 水資源의 評価 開發 利用 - 保全에 관한 물 關聯活動의 하나로서 世界的으로 推進하는 研究 訓練 會議가 있다.

이중 본 심포지움을 소련이 처음으로 今年 9月 2日 ~ 7日에 開催한 것은 어느 程度 그들의 第 10次 經濟計劃 (1976 ~ 80年)의 事業이 完了되고 을 팀찍이 開催되는 차답에 그들의 水文學의 發展을 誇示宣伝하는 意味에서 開催하는 것으로 判斷되기도 한다.

특히 유네스코의 IHD計劃 (國水文開發 10年計劃) IHD (國際水文計劃 10年計劃)이 1980年에 完了되어 第2次 IHP計劃 (1981 ~ 86)이 推進되는 차답에 그들의 이때까지의 研究成果를 國際舞臺에서 紹介하고 水文技術技術交流를 誘導할 必要性도 있는 것이다 또한 모스크 國立大學에서는 유네스코의 支援으로 1981年까지 12回의 소련 및 外國開發水文技術者 各 各 25名 計 50名에 對한 高級水文訓練養成 課程을 實施中에 있다. 이것은 2個月 期間으로 講義는 蘇

聯語와 英語로 講談되고 있다 後援은 소련 유네스
코 国内委員會 高等專門 第2部 教育省 소련水文氣
象委員會 自然環境統制委員會이다

이때까지 이 過程에는 講師陣은 소련 291名 외에
“체코슬로바키아,, 8名 “폴란드,, 5名 美國 6名과 瑞
典 2名 和蘭 1名 “루마니아,, 1名 其他 包含 計
335名이며 養成生은 全体 514명중 “소련,, 257名 “체코슬로바키아,
27名 “루마니아,, 24名 “부루가리아,, 22名 “폴란드,, 21名
“헝가리,, 19名으로 소련東區 各國이 壓倒的으로 많고
非同盟 中立國으로는 印度 19名 “이린,, 18名 등으로
많고 自由陣營은 美國 3名 泰國 4名 瑞典 5名
日本 1名 등이 包含되어 열세이고 蒙古가 8名인
데 北韓 北僞나 中共은 이때까지 1名의 講師도
養成生도 없으며 尙關係의 狀態에 있다

본 過程에 參席한 職種別 人員數는 다음표 - 4 와
같다.

표 - 4 蘇聯에서 水文技術 課程 養成職種別

職 種	蘇 聯 (名)	外 國 (名)
大 學	46	39
高等教育機關	45	37
研 究 所	68	86
水文氣象公務員	36	22
事業 棧 構	44	26
政府級 (管理委員會)	18	47

講議科目은 地下水文學, 水文過程과 現象에 對한 人間活動에의 衝擊 湖沼, 貯水池文學, 河川水理學 및 水資源과 環境 物管理에 있어서 水文豫報, 水資源教育, 國際세미나 水文過程과 現象의 實驗調査이다. 이 講議內容은 모두 “모스크, 國立大學에서 高級水文 課程의 論文集으로 出版되고 있다.

소련의 IHD IHP 計劃期間의 本課程計劃에 包含된 刊行物은 다음 표 1-5 와 같다. 各國의 本課程 講師 및 修學 各國名은 표 6 과 같다.

끝으로 소련이 構想하고 있는 水文技術計劃의 하나를 紹介코려 한다. 소련은 시베리아의 余 水를

乾燥한 中央 아시아의 農業用水로 利用하는 遠大한 計劃을 着手 한다는 計劃이다

표-5 소련의 IHD 計劃期間中 課程內容

During the period of the International Hydrological Decade

(IHD) the following subjects were included into of the Course:

1969 River Runoff Phenomena and Hydrological Calculation

1970 Problem of Hydrological Forecasting

1971 Underground Water Hydrology

1972 Man's Activity Impact on Hydrological Processes and phenomena

1973 Hydrology of Lakes and Reservoirs

1974 River Hydraulics and channel processes

At the first stage of the International-Hydrological Programme (IHP) the following problems are considered

1975 Water Resources and the Environment

1976 Hydrological Forecasting in Water Management

- 1977 Experimental Investigations of Hydrological processes and phenomena
- 1978 Scientific Basis for Ground Water Research and protection
- 1979 Calculation Methods for Runoff
- 1980 Problems of Mountain Hydrology

모스크바課程 出版物

List of publications concerning the Moscow Course activities

- ① The progress of Hydrology proc of the 1-8t Int. Sem. for Hydrology prof. Urbana I II U.S.A 1969
- ② International Courses Fellowships and scholarships in Hydrology SC/WS/434 ROV 1974 Ed UNESCO
- ③ Water Resources Education Proc of the Int Seminar paris IWHA I II U.S.A 1975
- ④ Szemle July: August Budapest 1975

- ⑤ Hydrological Education UNESCO 13 1975
- ⑥ Vestnik Moskovskogo Universiteta Geografija - Issue 1. 1970
- ⑦ Bulletin of the USSR National Commission for UNESCO NO 4 (6) 1971
- ⑧ Meteorologia i Gidrologia NO 3 1972
- ⑨ "Vodnyy resourcy" NO 4 1974
- ⑩ "Gidrologia i Meteorologia" Perm Univ Edition 1974
- ⑪ Water Resources Education (in Russian) MOSCOW Univ press 1978

표 - 6 모스크바 水文課程에 参席한 国别養成生数

Representatives of the countries
participated in the course

Country	Lsctur-ers	partici-pants	Country	Lsctur-ers	Partici-pants
Afghanistan		3	Jordania		1
AR of Egypt	1	3	Liberia		1

Country	Lecturers	Participants	Country	Lecturers	Participants
Bangladesh		2	Mongoria		8
Bulgaria	1	22	Netherlands	1	
Canada	1		Nigeria		1
Colombia	1	1	Norway		2
Cote d'Ivoire		1	Pakistan		2
Cuba	1	18	Panama		1
Cyprus		1	Portugal		1
Czechoslovakia	6	27	Poland	5	21
Ecuador		1	Romania	1	24
Ethiopia		1	Sierra Leone		1
Finland	2	15	Sri Lanka		1
France	1	1	Sudan		1
FRG	1	1	Sweden	2	5
GDR	2	16	Thailand		4
Ghana		1	Togo		1
Hungary	6	19	Tunisia		1
India	1	18	Turkey		1
Iran		2	United Kingdom		1
Iraq		5	USA	6	3
Ireland	1	1	USSR	291	257
Italy	1		Yugoslavia		11
Japan		1	Zambia		1

TOTAL : 355 514

이 계획은 西시베리아를 거의 南北으로 從貫하여 北氷洋으로 流入되는 “오비” “이루싸이시” 兩江의 물을 運河로서 中夾아시아의 가차프 共和國으로 引水하고 農業用水로서 使用하고자 하는 大規模의 計劃이다. 第11次 5個年計劃이 始依되는 1981年 運河建設에 着手할 豫定에 있다. 運河의 總 延長은 2,300 km이고 소련 水制史上 最大의 建設事業이다. 第1次計劃의 完成으로 年間 25立方km 全面完成後에는 60立方km의 水量이다. 兪女地 開拓으로서 알려진 가차프共和國은 全農耕地 3,600 ha로서 年雨量이 200 mm 以下의 農業危險地帶에 위치하고 今年에도 旱 災로 凶作이라고 한다. 그런데 이 計劃은 먼저 시베리아의 물을 大量 移動시키면서 聯關地域의 自然環境에 變化를 招來한다는 立場에서 研究가 始依된 것이라 한다. 소련의 水文科學技術者들은 이 運河施設에 의하여 兩江 流域의 余 水를 減少하므로써 洪水防除와 함께 同地域의 農業發展에 오히려 寄與한다고 結論을 얻은 모양이다. 앞으로 注視할만 하다.