

## 불가리아 관개용수의 효과적 이용

### Hydromelioration in Bulgaria and the Problem of Efficient Use of Water for Irrigation

Stoyanka Eneva\*

박 상 현 \*\* 역

Bulgaria covers an area of about 110,000 sq.m. and lies between 41° and 44° northern latitude, in the southeast part of Europe, off the west coast of the Black Sea and south of the Danube river. Bulgaria borders Romania, Yugoslavia, Greece and Turkey. About 40% of its territory is cultivated, the remaining is predominantly mountainous. The Balkans mountain divides the country into Northern and Southern Bulgaria. Population is 9 million, two-thirds live in towns.

Climate is transitional between Eastern European and Mediterranean. In all areas summer is warm (the mean temperature in July is 20-25 degrees C), winter is cold (mean temperature in January is minus 3 degrees C). The annual precipitation in plain areas is in the range 500~700mm.

Seasonal distribution of precipitation is rather irregular. Because of high intensity of evaporation in the summer months June-September, the water deficiency (precipitation-evaporation) amounts to 200-300mm. This deficiency can be compensated only through artificial irrigation.

Until the end of the Second World War in Bulgaria

불가리아의 국토면적은 약 11만km<sup>2</sup>로서, 흑해 서쪽 연안과 다뉴브강의 남쪽 그리고 유럽 북동부지역과 접하며 북위 41도와 44도사이에 위치한다. 불가리아는 루마니아, 유고슬라비아, 그리스 그리고 터키와 인접하고 있다. 국토의 약 40%는 경작지이며 나머지는 비교적 높은 산간지로서 발칸산맥은 불가리아 반도를 남북으로 나눈다. 인구는 약 9백만명이며 도시에 3분의 2가 거주한다.

기후는 동유럽과 지중해성 기후의 중간형태로, 여름(7월)의 기온은 21~25℃, 겨울(1월)은 -3℃ 정도이며 연 강수량은 500~700mm로 계절적 변화가 크다.

6월~9월의 여름철에는 강수량보다 높은 증발량 때문에 200~300mm의 물부족이 발생한다. 이러한 물 부족은 인공적인 관개를 통해서 보충된다.

불가리아는 2차대전 말까지 평균 10ha 이상의 땅을 소유하는 개인 농장들이 존재했으나, 1946년의 농지개혁에 의한 농업 현대화 계획에 따라서, 경지의 소유 규모는 산간지에서 30ha, 평야지에서 20ha 이하로 각각 제한되었으며, 제한 규모 이상의 땅은 몰수되고 소유주들은 그들의 땅을 협동조합 형태로 기부하기를 강요당했다.

\* 불가리아 Stara Zagora 대학교 부교수

\*\* 농어촌진흥공사 농어촌연구원

existed private farms, each having more than 10 ha of land in the average. By the Farm Reform Act of 1946 which aimed at modernization of farming, land property was restricted down to 30 ha for mountainous areas and 20 ha for plain areas.

Land above this size was expropriated and owners were forced to contribute their lands to state cooperative farms. This system survived until 1991 after which a process of land restitution to former owners started. This process develops slowly and people now again establish cooperatives, but this time they make it absolutely voluntarily. Most of all, this involves land inheritors who live in towns and have other occupation.

The country has a cultivated area of about 4.6 million ha. On two-thirds of this area are grown wheat, berley and maize. The remaining is occupied by sunflower, sugar beet, soya, cotton, tobacco. Bulgaria is at the fourth place in the world in the export of tobacco and cigarettes mainly in the Commonwealth of Independent States (former Soviet Union). There are also vegetables like tomatoes, peppers, cabbage, potatoes, onion, and fruits like apples, peaches, strawberries, grapes.

Throughout the country soil is fertile. Chernozem and clay soils are almost 50% of the cultivated area, grey forest and meadow soils are 17%, while low productive are 30%.

Around 40% of the irrigated areas are chernozem, 50% are cinnamon, while the remaining 10% are heavy clay and salty soils.

Bulgaria has three types of water sources-precipitation, surface water and underground water. The total annual reserve from surface and underground water at 75% provision rate is 173.9 milliard cu.m., while the total volume of used water is about 10 milliard cu.m.

The biggest water consumer is irrigation with 3.4 milliard cu.m., followed by power generation.

이 체제는 1991년까지 존치(存置)된 뒤 전 소유주들에게 서서히 되돌려지고 있으며, 현재 토지 소유주들의 자발적인 참여로 협동 농장이 건설되고 있다. 이러한 변화에는 도시에 살고 있는 다른 직업을 가진 농지 상속인들도 동참하고 있다.

〈표-1〉 Monthly water deficit from precipitation for the region of Southern Bulgaria

Month	Precipitation, mm		ET, mm	Deficit for plants, mm
	actual	efficient		
April	50	35	64	29
May	68	48	89	41
June	85	60	110	50
July	63	44	144	100
August	39	27	145	118
September	38	27	98	71
October	43	30	47	17
Total :				426

총 경작면적은 약 4.6백만ha로서 3분의 2의 면적에 밀, 보리, 옥수수가 재배된다. 나머지 면적에는 해바라기, 사탕무우, 콩, 면화, 담배가 재배된다. 불가리아는 구 소비에트 연방국가들에게 담배나무와 담배를 많이 수출하는 세계 4번째 나라이다. 토마토, 후추, 양배추, 감자, 양파와 같은 채소와 사과, 복숭아, 딸기 또는 포도와 같은 과일도 재배되고 있다.

전국의 토양은 비옥한 편이며, 경지의 50%는 Chernozem과 중점토 토양이고, 토양의 17%는 산림과 목초지이지만, 30%의 토양은 생산력이 낮다. 관개지역의 약 40%는 Chernozem토양, 50%는 Cinnamon토양, 나머지 10%는 중점토와 염기성 토양이 점유한다.

용수원으로는 강우량, 지표수와 지하수의 세가지가 이용되며, 75%의 공급율을 차지하는 지표수와 지하수의 연간 부존량은 약 1,739억m<sup>3</sup>이며, 총이용량은 100억m<sup>3</sup>이다. 가장 큰 물 소비는 약 34억m<sup>3</sup>의 관개용수이며, 수력발전 용수량은 그 다음이다.

Due to a 10-year drought (1980-1990) the water resources of the country were sharply reduced. The artificial irrigation systems are depending mainly on water accumulated in large and small dams. As a result from the drought they collect after 1980 only 50% of the water required for irrigation. Besides, water from these dams is also used for industrial and residential supply. In a word, there is deficiency in water both for irrigation and residential needs.

Projects have been designed to reduce water consumption in industry, to make use of recirculation, improved treatment of waste water with subsequent use for irrigation. These projects, however, need much investments and therefore are not expected to be completed soon.

Much more attainable are investments for improvement in the efficiency of main and distribution water canals.

The quality of water from Bulgarian rivers is good for irrigation. The content of salts is within 700 mg/l. There are 163 stations in Bulgaria inspecting quality of water from national rivers as well as from the Danube and Black Sea.

At present, the irrigated area in Bulgaria comprises about 1.2 mln ha, of which 75% belong to the state, and 25% are cooperative. Half of the irrigated area is supplied with water from dams, the other half from surface and underground water.

The main methods of irrigation used are by gravity—54%, sprinkling—44% and dropping—2%.

Now the Ministry of Agriculture is in charge of the operation and maintenance of all irrigation systems, rivers, dams and dikes along the Danube through its organization called "Hydromeliorative Systems". Water for irrigation is supplied up to the water divides of the farms and from this point distribution of water is carried out by the farms.

Scientific and research work in the field of irrigation is done mainly at the Institute of Hydraulic Engineering and Amelioration located in Sofia and the Experimental Station of Irrigation Farming in Stara Zagora. Among the activities carried out at these institutes are applied research, designing of small pilot projects and manufacturing of small-scale irrigation equipment, qualification courses, as well as consultancy on problems related to irrigation of small private farms and water partnerships.

〈표-2〉 Mean yield in t/ ha from main agricultural plants in Bulgaria

Plant	Area under crop, for year 1989		Mean yield, t/ ha with without irrigation	
	1000ha %			
1. Wheat, other cereals	206	24	3.9	3.5
2. Maize	129	15	5.1	2.5
3. Soya	6	1	2.2	1.3
4. Sunflower	38	5	1.9	1.0
5. Sugar beet	17	2	36.1	16.3
6. Tobacco	15	2	1.3	—
7. Lucerne	89	11	7.1	3.0
8. Fodder maize	153	18	23.1	10
9. Fruit trees	35	4	9.4	5.2
10. Vegetables	71	8	30.2	—
11. Grapes	20	2	10.9	—

지난 1980년부터 1990년까지 10년간 발생한 가뭄으로 인하여 수자원이 급격히 감소되었다. 현재, 인공적인 관개시스템들은 주로 댐에 의존하며, 1980년 가뭄 이후, 관개 소요수량의 50%만을 급수한다. 이들 댐은 산업용수와 생활용수로도 공급되며, 현재까지 산업용수의 절약, 재이용, 하수처리에 의한 관개용수의 확보를 위한 사업이 계획되었으나 많은 투자가 요구되어 쉽게 완성되지 않을 것으로 전망된다. 이러한 사업보다는 용수로서 물관리를 효율적으로 개선하는 것이 투자 효과가 높다.

불가리아 강의 수질은 관개용수로서 적당하며, 염분 농도는 700mg/l 이내이다. 다뉴브와 흑해 연안 그리고 내륙을 흐르는 강에는 수질을 측정하는 163개 검측소가 설치되어 있다.

현재 불가리아의 관개면적은 약 1.2백만 ha이며, 이중 75%는 국가에서, 그리고 25%는 협동조합에서 소유한다. 관개지역의 50%는 댐에서 공급하며 나머지는 지표수와 지하수를 이용한다. 관개방법은 54%가 중력관개, 44%가 스프링클러 관개, 2%가 드립관개이다.

농업부는 "물관리 개선 계획"에 따라서 관개시설과 하천, 댐 그리고 다뉴브강의 제방을 관리하고 있다. 용수공급은 농장지역 경계까지 시행되며 농장 내의 급수는 농장단위로 관리된다.

관개분야의 연구는 소피아에 있는 수리개선연구소와 Stara Zagora에 있는 관개시험농장에서 수행한다. 이들 연구소의 업무는 소규모 시범단지의 설계와 소형 관개 장비의 설계, 교육 연수, 소규모 농장과 조합지구의 기술 자문 등이다.

One of the most important scientific problem with which we are now occupied is the effect of irrigation on various plants and the efficient use of water.

The irrigation effect, or the increase of yield resulting from irrigation, is one of the most essential indicators in irrigation farming as it underlies all water farm surveys and evaluation of economic efficiency from irrigation. Factors influencing the irrigation effect are known. These are type of plant, soil, climate, management and facilities available in the particular farm.

According to our own research, for the region of southern Bulgaria the highest effect was observed with maize-120-140%, then lucerne-100%, soya 76%, sugar beet-45%, sunflower-41%, cotton 35%, tobacco-27%. These percentages show the yield increase as a result from irrigation, the so-called agronomical (agrotechnical) effect.

At Figures 1, 2 and 3 is shown the effect from irrigation for 3 types of plants-maize, soya and cotton for the region of Southern Bulgaria. This effect was estimated as the difference in yields at optimal irrigation and non-irrigation.

The relative values of yield without irrigation are represented by the following relation :

$$Y_o^i = Y_o / Y_{max}$$

where :

$Y_o$  - yield without irrigation at given year  $i$

$Y_{max}$  - yield at optimal irrigation at given year  $i$

It is evident that  $Y_o$  will be less than one as  $Y_{max}=1$  is for the case with optimal irrigation, and the difference  $1 - Y_o$  will be the relative effect from irrigation.

The research on the efficient use of water in Bulgaria started at the beginning of the 70s. This problem has various aspects. We are dealing with the agronomical side of the problem. To this purpose, we have developed the so-called rational irrigation regimes for almost all plants, that is, irrigation with reduced quantity of water, or irrigation under the circumstances of water deficit.

연구소가 다루는 중요한 문제는 작물별 관개효과와 효율적인 물의 이용에 관한 것이다. 관개효과 혹은 관개에 의한 수확량 증대는 용수 공급에 따른 평가 지표와 경제 효율을 설정하는데 있어서 가장 중요한 척도이다. 관개효과에 영향을 주는 요소들은 작물의 특성, 토양, 기후, 경영 그리고 농장의 유지관리와 이용 시설 등이다.

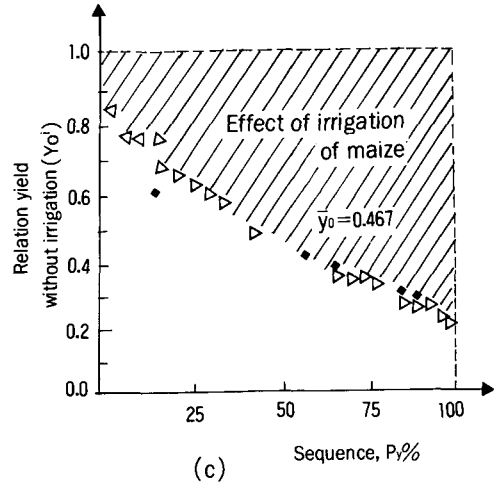
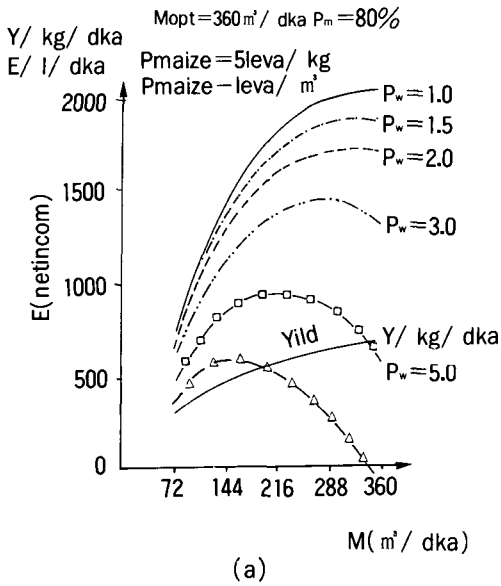
불가리아 남부지역에서 시행된 연구에 따르면, 작물별 최대 관개효과, 즉, "농업적 효과"라고도 알려진 관개 효과에 의한 생산량 증가율은 옥수수(maize) 120-140%, lucerne(자주개자리식물) 100%, 콩 76%, 사탕무 45%, 해바라기 41%, 면화 35%, 담배 27%로 조사되었다.

<그림-1>, <그림-2>와 <그림-3>은 남부 지역에서 재배되는 옥수수, 콩 그리고 면화에 대한 관개효과를 보여준다. 이 결과는 최적 관개와 비관개에서 산출된 생산량의 차이를 나타내고 있다. 비관개와 최적관개에 따른 상대 생산량( $Y_o^i$ : The relative values of yield)의 관계는 다음과 같다.

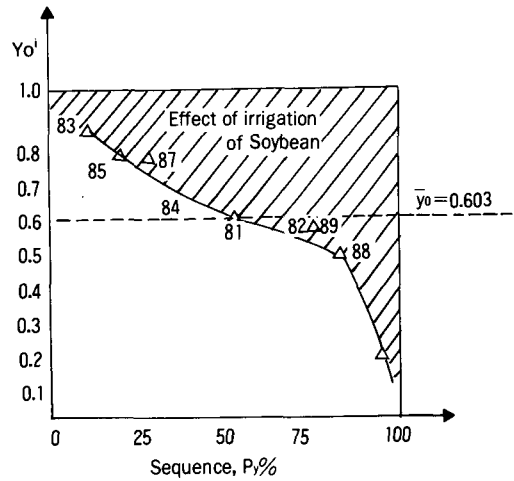
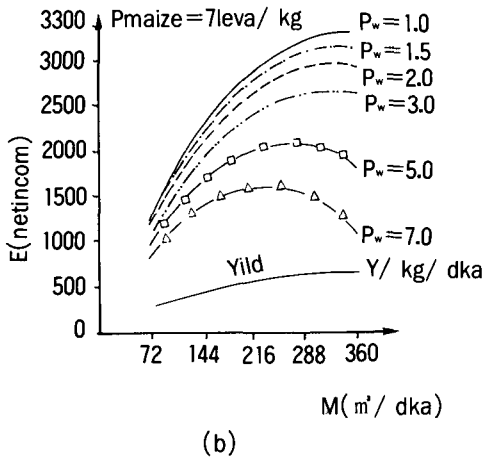
$$Y_o^i = Y_o / Y_{max}$$

여기서,  $Y_o$ 는  $i$ 년도의 비관개시 생산량이며,  $Y_{max}$ 는 최적의 관개 조건에서 생산된 수확량이다.  $Y_{max}=1$ 로 가정할 때,  $Y_o$ 는 항상 1보다 작으며, 또한  $1 - Y_o$ 는 관개에 따른 상대적인 생산효과를 나타낸다.

불가리아의 관개효과에 관하여, 1970년대 부터 다양한 형태의 연구가 시작되었으며, 현재, 영농면에서 연구되는 사항은 대부분 식물에 공통적으로 적용될 수 있는 합리적인 관개 방법, 즉, 절약형 관개방법과 작물이 수분 결핍현상을 보일 때 급수하는 관개방법에 관한 것이다. 이에 관한 첫 번째 연구는 관개량을 15%부터 60%까지 다양하게 감소시키며 시험되었으며, 두 번째 연구는 생육단계별로 관개를 중단하여 이의 영향을 시험하였다. 이의 연구 결과, 작물별로 가장 급수가 필요한 시기를 찾아내도록 하였으며, 이는 1994년 불가리아 Varna에서 열린 ICID European Conference에서 발표되었으며, 이 모임에 한국대표자들도 참석했다.

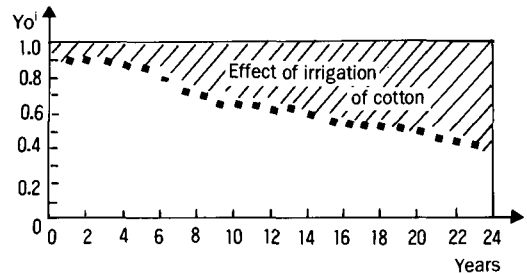


<Fig. 1> Effect of irrigation of maize



<Fig. 2> Effect of irrigation of Soybean

This is obtained by decreasing irrigation rates by various percentage-from 15% up to 60%. The second method is by cancellation of irrigation at different stages of development. To this end, the critical phases of development of different plant when they need most water were determined.



<Fig. 3> Effect of irrigation of Cotton

And namely at these phases water is supplied to the plants, and at the remaining time they are not watered or water is decreased.

Results from this research were published in the papers of the European Conference on Problems of Efficient Use of Irrigation Water held in Varna, Bulgaria, in 1994, and attended also by Korean representatives.

Now in Bulgaria fundamental changes for transition from the central planning system into market economy are underway. These changes pose new problems also in the field of irrigation farming. We are now studying very extensively the problem of the economic effect from irrigation as loans and investments for restructuring and modernization of the irrigation systems are depending on it. It is now discussed whether to hand over the management of the irrigation systems to the water consumers (the farmers), while the state to be only the owner.

A law of the water consumers is being prepared also now.

And what I have presented to you is only a small part from the Bulgarian hydromelioration.

I will be happy if I have succeeded, even slightly, to increase your interest in our country.

I trust I will be able to learn about these issues as they stand in your country and to make them known to our scientific circles and farmers in Bulgaria.

I am pleased to tell you that Republic of Korea is very popular in Bulgaria, especially after the 1988 Olympic Games.

Thank you for the attention.

현재 불가리아는 중앙 통제 체제로 부터 시장 경제 체제로 전환하는 변환기에 있다. 이러한 변화는 농장의 관개 분야에도 새로운 문제들을 야기시키고 있다. 현재 관개 시설의 보수와 현대화 투자를 위한 차관 계획에 관한 경제 효과를 심도 있게 연구하고 있다. 또한, 국가가 관리하는 관개 시스템의 경영을 이용자(농장주)들에게 이관할 계획이 검토중에 있으며, 물소비자에 관련된 법규도 함께 준비중에 있다.

이 글은 불가리아 용수 개선 대책에 관한 일부분을 소개한 것이며, 한국에서 불가리아에 대한 조금만 관심이라도 갖는 기회가 되길 희망한다. 이번 한국 방문을 통하여 얻는 경험들은 불가리아에 돌아가서 그곳의 농민들과 과학자들에게 널리 알릴 계획이다. 1988년 올림픽 이후 불가리아에서 매우 잘 알려진 한국에 와서 발표하게 된 점을 기쁘게 생각하며 여러분의 관심과 지원에 감사를 표한다.

약 력

Stoyanka Eneva Georgieva

- 불가리아 Stara Zagora 대학에서 농업경제학 전공
- 농학박사
- 발관개 관개배수 연구중
- 현재 불가리아 Stara Zagora 개량농업연구소 근무  
불가리아 Stara Zagora 대학 부교수

(역자의 말)

본 원고를 기탁하신 불가리아 Stara Zagora 대학교의 부교수이신 Stoyanka Eneva 박사는 역자가 1994년 3월 불가리아 바르나에서 개최된 ICID 유럽지역 회의에서 만난 인연이 있다.

남편(최동준氏-1962년 소피아대학 수학생 불가리아로 망명한 북한인)으로 인한 한국에 대한 특별한 관심과 애정으로 지난 8월 15일 한민족 체전에 남편과 함께 초청돼 우리 KCID 임원들과도 재회의 기쁨을 나누었다.

본 원고는 그 당시 우리 회지의 해외논문 투고 안내 요청에 따라 제출된 것이며, 더욱 자세한 내용에 관해서는 다음 주소로 연락바람.

주소 : Simeon Leliki 28 / 16 St. Zagora Bulgaria 6003.