

# 0-1 정수 계획법을 이용한 도서지역 상수원 개발 방법에 관한 연구

주기세\*·박성현\*·남택근\*

\*목포해양대학교

## The study On An Reservoir Development Method of small Islands Using 0-1 Integer Programming

Kisee-Joo\*·SeongHyeon Pak\*·Tekkeun Nam\*

\*, \*\*\*Division of Maritime Transportation System, Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

\*\*Division of Engine System Engineering, Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

**요 약 :** 본 연구는 제한된 예산 에서 최대의 효율을 얻기 위해서 여러 대안 중에서 최적의 상수원 확보 방안을 결정하는 것이다. 상수원 할당 문제를 다루기 위해서는 해수 담수화 시설, 지하수 개발, 저수지개발, 해저관로 설치, 급수선, 해상 상수원 비축기지과 같은 제안된 여러 대안들이 있다. 본 논문에서는 가장 합리적인 대안을 결정하기 위하여 새로운 모델인 0-1정수계획모형이 제안된다. 제안된 모형은 지금까지 최적 상수원 확보 문제에 적용된 사례가 없다.

본 논문은 최소의 예산으로 가장 합리적인 대안을 결정하는데 기여할 뿐만 아니라 제안된 모형은 타 지역의 상수원 확보 문제에도 적용할 수 있다.

**핵심용어 :** 최적 상수원, 0-1 정수계획법

**ABSTRACT :** This study is to determine an optimal reservoir among many alternative proposals in order to obtain the maximized efficiency under the limited budget.

There are many alternative proposals which deal with problems to assign reservoir such as water conversion establishment construction, subterranean water, reservoir, submarine pipeline, water boat, and marine water saving base construction. In this paper, the new model to assign the most reasonable alternative is introduced using 0-1 integer programming. This proposed model has not been applied in the optimal reservoir selection problem yet.

This paper will contribute to determine the most reasonable alternative to minimize budget under constraints. Also, this proposal model can be applied to other reservoir selection problem in other regions.

**KEY WORDS :** Optimal reservoir, 0-1 integer programming

### 1. 서 론

우리나라의 급수현황을 살펴보면 인구의 89.4%인 4,363만 명이 상수도 공급을 받고 있다. 또한 우리나라 도서지역의 급수현황을 살펴보면 전국 3,170개 섬 중 유인도는 491개이며 22만 8천명이 거주하고 있다. 이중 안정적인 수도물을 공급받고 있는 인구는 6만 6천명으로서 29%에 불과하고 나머지 71%인 16만 2천여 명은 간이급수시설, 우물, 지붕수 등을 생활용수로 이용하고 있으며, 단기간의 가뭄에도 생활용수가 고갈되어 매년 상습적인 식수난을 겪고 있다.

도서지역에 인간의 가장 기초적 생활에 필수적인 안정적인 맑은 물을 공급하기 위해서는 최적의 상수원 확보가 필요하다. 최적의 상수원 확보를 위해서는 도서지역이라는 특성으로 식수원개발 여건이 취약하기 때문에 지형적인 특성을 고려해야하며, 강수량 부족으로 일부 해안 및 도서지역의 물 부족이 심화되기 때문에 기후 변화를 고려해야 한다. 또한 환경 영향 정도를 고려해야하며, 생활수준의 향상으로 물에 대한 수요량이 증가하는 경향을 반영하여야 한다.

본 연구에서는 행정구역상 목포에 편입되어 있는 놀도(123 가구에 316명 거주), 달리도(130가구에 304명 거주), 외달도(36 가구에 97명 거주)를 대상으로 하였다. 이들 세 섬에는 아직까지 안정적인 식수가 공급되지 않아 고질적인 식수난을 겪고 있기 때문에 안정적인 식수를 공급하여 주민의 편의를 도모하고 삶의 질을 개선코자 한다. 먼저 급수대상지역의 식수현황

\*정희원, jksjoo@mmu.ac.kr 010)3162-5034

\*정희원, shpark@mmu.ac.kr 016)610-7127

\*정희원, tknam@mmu.ac.kr 019)599-5552

을 파악하고 국내 도서지방 식수보급 시스템을 분석하며 최종적으로 최적의 상수원 개발 방안을 수립하고자 한다.

0-1 정수 계획법을 이용한 기존 연구들을 고찰해 보면 공개기 암호 알고리즘 설계분야[1], 일정 계획에 관련된 응용분야[2,3,4,6,7,8], 군사 분야[5]에 주로 응용되었으며 최적의 상수원 확보 분야에 대한 연구 및 적용 사례는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 연구 및 적용이 전무했던 상수원 확보 분야에 이를 적용코자 한다.

본 연구의 목적은 해수담수화 시설, 지하수 개발, 저수지 개발, 해저관료 설치, 급수선에 의한 수송, 해상 상수원 비축기지 중에서 주민들에게 안정적인 식수원을 제공하고 가장 합리적인 최적 안을 도출하는데 있다. 먼저 최적의 수원지 선정을 위한 본 연구 모형의 제약식과 목적 함수를 도출한다. 목적 함수는 상수원 총건설비용과 연간 유지비를 이용하였다. 제약 식은 정해진 기간 내에 공사를 완료하기 위한 공사기간, 환경영향을 최소화하기 위한 환경 영향도, 내구연수를 고려한 내구성, 국내기술로 축조 가능한지의 기술적 타당성, 지표수량 정도, 저수지가 축조 가능한지의 접수지형, 지하로 해수가 유입되어 지하수 개발이 불가능한 해수 유입정도 등을 나타내는 식으로 구성되어있다. 그리고 마지막으로 변수의 비음수성 및 0 혹은 1로 제약된다. 또한 목적함수를 제약조건식과 결합함으로써 최적의 대안선정을 위한 정수계획모형 중 0-1모델로 설정하였다.

## 2. 최적상수원 선정절차

상수원의 최적 선정의 목적은 주어진 제약 식 내에서 최적의 대안을 선정하고 비용을 최소화 하는 것이다. 본 연구에서 고려한 상수원 종류로는 해수담수화 시설, 지하 관정 개발, 저수지 개발, 해저관료 설치, 급수선에 의한 수송, 해상 상수원 비축기지 등 총 6가지 방법 중 가장 합리적이고 효율적인 방법을 선정하는 것이다. 최적 상수원 선정 절차는 다음 그림 1과 같다. 그림 1에서 급수대상지역 현황파악은 목포 인근에 있는 소규모의 섬들에 식수를 제공하기 위하여 도서지역의 면적, 가구 수, 상주인구, 관광유입 인구, 급수 지역별 식수시설 현황, 기간별 강수량, 급수지역의 지형조건, 토지이용 상태를 조사하였다. 그리고 계획 급수 량은 상주주민과 섬으로의 유입 관광객을 바탕으로 산정하였으며, 다음으로 상수원 개발 방법은 6가지 상수원 개발방법 및 비용을 산정하는 단계이다. 마지막으로 상수원의 저수용량 및 비용을 토대로 6가지의 대안 중에서 최적의 상수원을 선택하게 된다.

### 2.1 급수대상 지역 현황파악 및 계획 급수량 산정

최적의 모델을 도출하기 위해서는 먼저 현재 목포 인근의 놀도, 달리도, 외달도에 대한 현황파악이 중요하다. 표 1은 이

들 세 섬에 대한 급수시설 현황을 나타낸다. 또한 6개의 대안들에 대한 각 섬들에 적용 여부를 파악하기 위하여 표 2에서 식수와 농업용수에 대한 현황을 요약하였다.

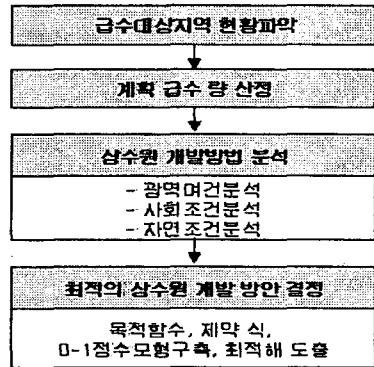


Fig. 1 The system flowchart to determine the optimal reservoir development plan

Table 1 급수시설 현황

구분	급수시설					인구	
	시설 용량(톤)	소규모 급수	간이 상수도	개인 우물	공동 우물	가구 수(호)	인구 수(명)
놀도	288 (48개소)	-	40 (1개소)	152 (38개소)	36 (9개소)	123	316
달리도	89 (8개소)	10 (1개소)	-	8 (2개소)	71 (5개소)	130	304
외달도	57 (14개소)	5 (1개소)	-	48 (12개소)	4 (1개소)	36	97
계	434 (70개소)	15 (2개소)	40 (1개소)	208 (52개소)	111 (15개소)	289	717

### 2.2 계획 급수 량의 산정

목포인근에 위치한 놀도, 달리도, 외달도 중에서 천혜의 해양자원이 풍부한 외달도에는 해마다 많은 관광인구가 유입되고 있다. 따라서 놀도, 달리도는 현 상주인구를 기본으로 계획 급수 량을 산정하여도 되지만, 외달도는 관광객 수요 예측에 의해서 계획 급수 량이 산정되어야 한다.

먼저 관광객 수용예측을 위하여 5년간(1998년 - 2003년)의 관광객 현황 데이터를 이용하여 비선형 최소자승법을 적용하여 관광객 수요 예측을 하였다. 다음 표 3은 관광객이 많이 유입되는 외달도의 주요 계획지표를 나타낸다. 표 3에서 최대 일몰은 을, 회전율은 을, 최대시 이용객은 을 나타낸다. 그리고 다음 표 4는 놀도, 달리도, 외달도의 계획 급수 량을 나타낸다.

**Table 2** The drinking water and agricultural water situation.

도서명	식수	농업용수	비고
늘도	-개인우물로 자체 해결 -공동우물 사용 -일부우물 해수유입	-천수담 -일부개인이 농지의 일부를 소규모 간이저수지로 전용하여 사용	-현재 제막골저수지는 농업용수로만 사용 중
달리도	-개인우물 (2개소) -공동우물 (5개소) -일부우물 해수유입	-천수담	-초등학교뒤편 소규모 저수지 농업용수로 사용
외달도	-개인우물 (17개소) -시정관할우물 (2개소)	-밭농사 위주 농사	

**Table 3** The main plan index of Oedaldo island to compute the plan water supply.

구분	인구(명)	산출근거
연간 이용객	90,000	동시수용력
최대일 이용객	900	연간이용객×최대일율
최대시 이용객	650	최대일이용객×회전율
최대일율	1/100	4계절형
회전율	1/1.4	6시간 체류
숙박객	9,000인/년	연간 이용객의 10%
총 숙박 이용객 수	12,500/년	평균숙박일수 1.5일

**Table 4** The estimate of the plan water supply.

구분	급수대상 (명)	단위 수량	급수량 (톤/일)	비고	
외달도	관광객	810	40 l/인	32.4	최대일 이용객10%
	숙박 관광객	90	300 l/인	27.0	
	상주인구	97	320 l/인	31.04	
늘도	316	320 l/인	101.12		
달리도	304	320 l/인	97.28		
합계	1,617		288.84		

### 3. 상수원 개발 방법

상수원개발 방법인 해수 담수화 시설, 관정을 이용한 지하수 개발, 저수지 개발, 해저관로 설치, 해상 상수원 비축기지 구축, 급수선에 의한 수송, 기타 빗물집수시설에 대해서 살펴

본다. 먼저 해수 담수화 방법으로는 증발법, 역삼투법, 전기투석법이 있다. 역삼투법은 저 농도에서 고 농도까지 넓은 범위의 연수에 사용가능하고 증발법에 비해 에너지 소모량이 작고 조작이 용이한 장점이 있다. 설비비, 토목 및 건축 공사비가 많은 반면에 안정적인 식수공급이 가능하다. 하지만 연간 유지관리비가 많다는 단점을 안고 있다. 관정을 통한 지하수 개발 방법은 인구가 작은 도서 지역의 일반적인 상수원 확보방법이며 지질조사, 물리탐사, 시추조사를 통해서 수원 공을 찾아야 한다. 더군다나 지하로 해수 유입이 되는 경우에는 식수로 사용할 수 없는 단점을 안고 있다.

저수지 개발 방법은 장기적으로 안정적인 상수원 확보가 가능하지만 충분한 지표수가 있어야하며 물을 가둘 수 있는 점수지형이 있어야 가능하다. 연강 강수량이 충분한 경우에 가능하며 또한 연간 유지비가 거의 들지 않으며 저수지 개발비도 다른 방법에 비해 저렴한 편이다.

해저 관로를 이용한 방법은 장기적으로 안정적인 상수원 확보가 가능하나 해저 관로 매설비, 유지관리비가 과다한 단점을 지니고 있다. 또한 해저 관로 매설 공사기간이 과다한 단점 또한 지니고 있다. 특히 섬이 육지에서 멀리 떨어진 경우에는 공사비 과다로 경쟁력이 떨어진다.

해상 상수원 비축 기지를 건설하는 방법은 해상에 친환경 부유체식 비축기지를 구축하는 방법으로 비축기지에 물을 수송하는 선박이 필요할 뿐만 아니라 비축기지 건설에 많은 공사비가 소요되는 단점을 갖고 있다.

급수선을 이용한 식수 공급방법은 급수선 건조비 뿐만 아니라 연간 유지비가 과다한 단점을 안고 있다. 그리고 기타 방법으로 지붕에 낙하하는 빗물을 개인별로 집수하여 식수로 이용하는 빗물 집수시설 이용방법은 강수량에 따라 집수량의 변화가 심하고 각 개인 세대별로 별도의 정화 시설이 필요한 단점이 있다. 다음 그림 2는 각 상수원 개발 방안별 총 공사비 및 연간 유지비, 각종 제약식의 가중치 또는 비용을 요약한 것이다.

## 4. 0-1 정수 모형 구축

### 4.1 가중치 분석

상수원의 대안 중 최적안 선정 목적은 가장 효율적인 대안을 선정함으로써 예산 낭비를 줄이고 섬 주민들에게 안정적으로 식수를 공급하여 삶의 질을 개선코자 하는데 있다. 본 연구에서는 최적 수원지 선정에 위한 본 연구 모형의 제약식과 목적 함수를 도출한다.

목적함수는 상수원 건설 총비용과 연간 유지비로 이루어진다. 제약식은 정해진 기간 내에 공사를 완료하기 위한 공사기간, 환경영향을 최소화하기 위한 환경영향도, 내구연수를 고려한 내구성, 국내기술로 축조 가능한지의 기술적 타당성, 지표수량정도, 저수지가 축조 가능한지의 집수지형, 지하로 해수가 유입되는 정도로부터 개발 가능여부를 판단하는 해수 유입

정도 등을 나타내는 식으로 구성되어있다. 그리고 마지막으로 변수의 비음수성 및 0 혹은 1로 제약된다. 또한 목적함수를 제약조건식과 결합함으로써 최적의 대안선정을 위한 정수계획 모형 중 0-1모델로 설정하였다. 제약조건식 중 지표수량이 부족한 경우에는 저수지 축조 및 지하·관정 개발이 불가능하기 때문에 경험에 의해서 가중치를 낮게 등급을 주었다. 그리고 해수가 유입된 경우에는 지하·관정 개발이 불가능하기 때문에 가중치를 아주 낮게 설정하였다. 마지막으로 저수지를 축조하기 위한 지형인 집수지형이 없는 경우에는 저수지 개발에 아주 낮은 가중치를 주어 모델링해야 한다.

$X_{ij}$  :  
 { 1 만약  $i$  점에  $j$  상수원 개발방법이 선정된 경우  
 { 0 만약  $i$  점에  $j$  상수원 개발방법이 선정되지 않은 경우  
 $b_k$  : 비용 및 고려요소들의 가중치 제약 값

이러한 비용 및 고려요소 가중치, 변수를 이용하여 다음과 같은 0-1 정수 모형이 생성된다.

목적함수

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^2 X_{ij} C_{ijk} \quad (1)$$

Fig. 2 The total construction expenses, the maintenance cost, and the weight and costs of Constraints

4.2 모델링

상수원 최적 선정 모델링을 위한 변수의 정의는 다음과 같다.

- $i$  : 상수원을 설치하고자하는 점의 종류(늘도, 달리도, 외달도)
- $j$  : 상수원 개발방법(해수담수화, 지하·관정, 저수지, 해저관로, 해상상수원비축기지, 급수선)
- $k$  : 상수원 개발방법에 대한 비용 및 고려요소

(총공사비, 연간 유지비용, 공사기간, 내구성 정도, 시설 기술성, 환경영향도, 지표수 정도, 집수형태 정도, 해수유입정도)

$C_{ijk}$  :  $i$  상수원 개발에 따른 상수원 개발 방법  $j$  의  $k$  비용 또는 가중치

제약조건

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^6 X_{ij} C_{ijk} \leq B_k, \quad k=1, \dots, 9 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^6 X_{ij} = 3 \quad (3)$$

$all X_{ij} = 0 \ or \ 1,$   
 $i = 1 \ \dots \ 3, \ j = 1 \ \dots \ 6 \quad (4)$

0-1 정수 계획 모형에서 (1)식은 목적함수로서 늘도, 달리도, 외달도에 총공사비와 연간 유지비용을 최소로 하는 상수원 개발 방법을 선정하는 식이다. (2)식은 총공사비, 연간유지비, 내구성 정도, 시설 기술성, 환경영향도, 지표수 정도, 집수

형태 정도, 해수유입 정도를 나타내는 제약 식으로서 총 9개의 제약식으로 이루어져 있다. (3)식은 놀도, 달리도, 외달도의 상수원 형태가 각각 결정되어야 한다는 것을 의미한다. 마지막으로 (4)식은 각 섬마다 개발방법을 나타내는 모든 변수가 0-1변수임을 나타낸다.

### 5. 모형의 적용 및 분석

모형을 작성하는 목적은 제약식을 만족하면서 총 공사비 및 연간 유지비용을 최소화 할 수 있도록 목포 인근의 놀도, 달리도, 외달도에 상수원 개발 방법을 결정하기 위한 것이다. 이전 장에서 구축한 모델링 식을 바탕으로 상수원 개발 방법 결정을 위한 구체적인 적용은 다음과 같다.

#### 목적함수

$$\text{Min } 600x_{11}+70x_{12}+330x_{13}+1,010x_{14}+1,420x_{15}+670x_{16}+600x_{21}+70x_{22}+330x_{23}+1,010x_{24}+1,420x_{25}+670x_{26}+600x_{31}+70x_{32}+330x_{33}+1,010x_{34}+1,420x_{35}+670x_{36}$$

#### 제약식

$$100x_{11}+60x_{12}+280x_{13}+1,000x_{14}+1,300x_{15}+70x_{16}+100x_{21}+60x_{22}+280x_{23}+1,000x_{24}+1,300x_{25}+70x_{26}+100x_{31}+60x_{32}+280x_{33}+1,000x_{34}+1,300x_{35}+70x_{36} \leq 1,500 \text{ (총 공사비 단위: 천만원)}$$

$$50x_{11}+x_{12}+5x_{13}+x_{14}+12x_{15}+60x_{16} \leq 50 \text{ (단위: 천만원 10년간 유지비 놀도)}$$

$$50x_{21}+x_{22}+5x_{23}+x_{24}+12x_{25}+60x_{26} \leq 50 \text{ (단위: 천만원 10년간 유지비 달리도)}$$

$$50x_{31}+x_{32}+5x_{33}+x_{34}+12x_{35}+60x_{36} \leq 50 \text{ (단위: 천만원 10년간 유지비 외달도)}$$

$$8x_{11}+6x_{12}+24x_{13}+39x_{14}+36x_{15}+12x_{16} \leq 24 \text{ (공사기간 단위: 월, 놀도)}$$

$$8x_{21}+6x_{22}+24x_{23}+39x_{24}+36x_{25}+12x_{26} \leq 24 \text{ (공사기간 단위: 월, 달리도)}$$

$$8x_{31}+6x_{32}+24x_{33}+39x_{34}+36x_{35}+12x_{36} \leq 24 \text{ (공사기간 단위: 월, 외달도)}$$

$$12x_{11}+50x_{12}+100x_{13}+30x_{14}+80x_{15}+15x_{16} \geq 30 \text{ (내구성 단위: 년, 놀도)}$$

$$12x_{21}+50x_{22}+100x_{23}+30x_{24}+80x_{25}+15x_{26} \geq 30 \text{ (내구성 단위: 년, 달리도)}$$

$$12x_{31}+50x_{32}+100x_{33}+30x_{34}+80x_{35}+15x_{36} \geq 30 \text{ (내구성 단위: 년, 외달도)}$$

$$3x_{11}+2x_{12}+2x_{13}+5x_{14}+8x_{15}+2x_{16} \leq 5$$

(시설기술성 단위: 가중치, 놀도)  
 $3x_{21}+2x_{22}+2x_{23}+5x_{24}+8x_{25}+2x_{26} \leq 5$   
 (시설기술성 단위: 가중치, 달리도)  
 $3x_{31}+2x_{32}+2x_{33}+5x_{34}+8x_{35}+2x_{36} \leq 5$   
 (시설기술성 단위: 가중치, 외달도)

$$5x_{11}+5x_{12}+3x_{13}+5x_{14}+3x_{15}+2x_{16} \leq 5 \text{ (환경영향도 단위: 가중치, 놀도)}$$

$$5x_{21}+5x_{22}+3x_{23}+5x_{24}+3x_{25}+2x_{26} \leq 5 \text{ (환경영향도 단위: 가중치, 달리도)}$$

$$5x_{31}+5x_{32}+3x_{33}+5x_{34}+3x_{35}+2x_{36} \leq 5 \text{ (환경영향도 단위: 가중치, 외달도)}$$

$$3x_{11}+2x_{12}+3x_{13}+4x_{14}+4x_{15}+8x_{16} \leq 4 \text{ (지표수 단위: 가중치, 놀도)}$$

$$3x_{21}+2x_{22}+3x_{23}+4x_{24}+4x_{25}+8x_{26} \leq 4 \text{ (지표수 단위: 가중치, 달리도)}$$

$$3x_{31}+2x_{32}+3x_{33}+4x_{34}+4x_{35}+8x_{36} \leq 4 \text{ (지표수 단위: 가중치, 외달도)}$$

$$4x_{11}+3x_{12}+2x_{13}+4x_{14}+4x_{15}+8x_{16} \leq 4 \text{ (집수지형 단위: 가중치, 놀도)}$$

$$4x_{21}+3x_{22}+2x_{23}+4x_{24}+4x_{25}+8x_{26} \leq 4 \text{ (집수지형 단위: 가중치, 달리도)}$$

$$4x_{31}+2x_{32}+6x_{33}+4x_{34}+4x_{35}+8x_{36} \leq 4 \text{ (집수지형 단위: 가중치, 외달도)}$$

$$4x_{11}+5x_{12}+2x_{13}+4x_{14}+4x_{15}+4x_{16} \leq 4 \text{ (해수유입 단위: 가중치 놀도)}$$

$$4x_{21}+5x_{22}+2x_{23}+4x_{24}+4x_{25}+4x_{26} \leq 4 \text{ (해수유입 단위: 가중치 달리도)}$$

$$4x_{31}+2x_{32}+3x_{33}+4x_{34}+4x_{35}+4x_{36} \leq 4 \text{ (해수유입 단위: 가중치 외달도)}$$

$$x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{15}+x_{16}+x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}+x_{25}+x_{26}+x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}+x_{35}+x_{36} = 3$$

$$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36} = 0 \text{ or } 1$$

위의 0-1정수 모형을 선형계획법 패키지인 Lindo 프로그램에 적용한 결과 그림 3에서와 같이 놀도에는 저수지(X<sub>13</sub>), 달리도에도 저수지(X<sub>23</sub>), 외달도에는 지하관정(X<sub>32</sub>)이 최적 대안임을 나타내고 있으며 초기 총 개발비 및 10년간 유지보수비가 73억원임을 알 수 있다.

참고 문헌

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	400.0000
X12	0.000000	70.0000
X13	1.000000	370.0000
X14	0.000000	1010.0000
X15	0.000000	1420.0000
X16	0.000000	470.0000
X17	0.000000	400.0000
X18	0.000000	70.0000
X19	1.000000	330.0000
X20	0.000000	1010.0000
X21	0.000000	1420.0000
X22	0.000000	470.0000
X23	0.000000	400.0000
X24	1.000000	800.0000
X25	0.000000	70.0000
X26	0.000000	330.0000
X27	0.000000	1010.0000
X28	0.000000	1420.0000
X29	0.000000	470.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	730.0000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	48.00000	0.000000
4	48.00000	0.000000
5	48.00000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	70.00000	0.000000
10	70.00000	0.000000
11	20.00000	0.000000
12	2.000000	0.000000
13	1.000000	0.000000
14	3.000000	0.000000
15	3.000000	0.000000
16	3.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	1.000000	0.000000
19	1.000000	0.000000
20	3.000000	0.000000
21	1.000000	0.000000
22	2.000000	0.000000
23	2.000000	0.000000
24	2.000000	0.000000
25	2.000000	0.000000
26	2.000000	0.000000
27	0.000000	0.000000

Fig. 3 Lindo package application results

5. 결론

본 연구에서는 행정구역상 목포에 편입되어 있는 놀도(123가구에 316명 거주), 달리도(130가구에 304명 거주), 외달도(36가구에 97명 거주)를 대상으로 하여 안정적인 식수를 공급하여 주민의 편의를 도모하고 삶의 질을 개선코자 선형 계획법, 중 0-1 정수 계획법을 이용한 수리적 모형을 제시하였다. 본 논문에서 제시된 모형은 제한된 예산 범위 및 제약조건을 만족하면서 최적의 상수원을 확보하기 위한 모형으로서 목적을 이루는 요소로는 총 공사비와 10년간 유지보수비를 고려하였다. 그리고 제약 식으로는 총공사비, 10년간 유지비용, 공사기간, 내구성, 시설기술성, 환경영향도, 지표수, 점수지형, 해수유입 정도 등 9가지의 가중치 분석을 고려하였다. 본 모형을 목포 인근지역 소규모 도서지역 상수원 확보 방안 에 적용한 결과 제한 예산 범위 및 제약식 내에서 최대의 효과를 발휘할 수 있는 상수원 확보방안을 결정할 수 있었다.

추후 연구과제로는 목적식 및 제약식을 비용함수로 전환하여 할당 문제로 변환시켜 해를 구하는 연구를 진행할 예정이며 아울러 본 연구에서 제안된 수리적 모델을 타 지역의 상수원 확보 방법에도 적용시킬 계획이다.

[1]용승립, 조태남, 이상호, "정수계획법에 기반한 공개키 암호 알고리즘의 설계", 한국정보과학회 논문지 A - 시스템 및 이론 VOL.27, NO.09, pp.0785~0792, 2000.09

[2]황준하, 류광렬, "승무일정계획의 최적화를 위한 이웃해 탐색 기법과 정수계획법의 결합", 한국정보과학회 논문지 B - 소프트웨어 및 응용 VOL.31, NO:06, pp.0829~0839, 2004.06

[3]황준하, 박춘희, 이용환, 류광렬, "정수계획법과 휴리스틱 탐색기법의 결합에 의한 승무일정계획의 최적화", 한국정보과학회 논문지 C - 컴퓨팅의 실제 VOL.08, NO.02, pp.0195~0205, 2002.04

[4] Byun, S. J, "Knowledge based Integration of Process: Planning and Scheduling", KAIST. 1992

[5] Soland R. M, "Minimum -cost Mixtures of Area and Point Defense Assuming Simultaneous Attack ", Naval Research Logistics, Vol. 34, 1987. p337-363

[6] Yoo, Byung-Chul, Yi Min-Woo, " 0-1 정수계획법을 이용한 일정계획시스템 개발", 한국공업경영학회지 제 19권 제38호, 1996. 6.

[7]Zhao Fuqing, Hong Yi, Yu Dongmei, Yang Yahong, "A genetic algorithm based approach for integration of process planning and production scheduling", Intelligent Mechatronics and Automation, 2004. Proceedings. 2004 International Conference on Aug. 26-31, 2004 Page(s):483 - 488.

[8]Zhang, Y.F., Saravanan, N., Fuh, J.Y.H., "A back-propagation approach to the integration of process planning and scheduling for batch manufacturing", Control and Automation, 2002. ICCA: Final Program and Book of Abstracts. The 2002 International Conference on June 16-19, 2002 Page(s):164 - 165.