

# 漁港投資事業의 經濟性 評價에 關한 研究

## The Study on the Economic Appraisal of Fishing Port Investments

丁 炯 瓚\*  
Hyung-Chan Jung

### 目 次

I. 序 論	1. 經濟性 評價方法
1. 研究의 目的	2. 인플레이션하에서의 經濟性 評價
2. 研究의 方法 및 範圍	3. 投資事業時期 決定模型
II. 漁港投資事業의 特性	4. 漁港投資事業의 危險分析
1. 主要國의 漁港管理 및 投資事業主體	V. 漁港施設 規模의 最適化 決定模型
2. 漁港投資事業의 特性	1. 最適施設規模의  정의
III. 經濟的 便益과 費用의 算出	2. 在港費用函數의 設定
1. 經濟性 分析과 財務分析의 比較	3. 서비스費用 函數의 設定
2. 經濟的 便益의 算出	4. 最適規模 決定
3. 經濟的 費用의 算出	VI. 結 論
IV. 漁港投資事業의 經濟性 評價	Summary

### I. 序 論

#### 1. 研究의 目的

漁港은 水産經營上 다음과 같은 중요한 기능을 수행하고 있다.

(i) 漁場에서 어획된 水産物을 產地都賣市場까지 輸送 및 보관하는 物的流通活動(physical distribution)의 중심지로서의 기능

(ii) 어항의 機能施設인 販賣場을 통하여 產地都賣市場으로서의 기능

(iii) 대피시에는 어선을 안전하게 보호 하는 기능

이처럼 어항설비가 불충분하면 활발한 漁業活動을 할 수 없기 때문에, 어항수축사업이 水産部門 투자사업 중에서 큰 비중을 차지하는 事業으로 계속 推進되고 있는 것이다(다음 <표 I-1> 참조).

그러나 200해리 經濟水域時代를 맞이하여 우리나라 水産業의 基本的인 發展方向을 資源管理型 沿海漁業으로의 移行으로 設定하고 있는 現時點에서 무분별한 어항 투자사업이 주요 연근해자원의 갈현상을 가져올 수 있다는 사실을 재인식하지 않으면 안 될 것이다. 즉 現時點은 漁港投資事業에 대한 合理的인 經濟性 評價가 절실히 요구되는 시기인 것이다.

그래서 本 研究은 어항기능과 漁港投資事業의 중요성에 비추어, 어항투자사업의 經濟的 妥當性을

\* 國立釜山水産大學, 水産經營學科, 專任講師.

〈표 1-1〉 수산 부문 투용자 사업별 실적 (단위: 백만원)

연도	1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982	
	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %	금액	구비성비 %
사업별	4,524	100	8,968	100	6,262	100	5,239	100	7,482	100	9,557	100	14,895	100	18,757	100	29,654	100	38,614	100	49,301	100	58,542	100
총 계																								
1. 어항수축	779	17.2	1,295	14.4	1,282	20.5	1,001	19.1	1,493	20.0	1,917	20.1	4,009	26.9	5,755	30.7	9,533	32.1	11,446	29.6	15,137	30.7	17,574	30.0
2. 어업기술 훈련			220	2.5	374	6.0	281	5.4	375	5.0	530	5.5	609	4.1	554	3.0	614	2.1	878	2.3	1,120	2.3	1,521	2.6
3. 증식사업	874	19.3	1,088	12.1	929	14.8	1,119	21.4	1,283	17.1	1,063	11.1	1,030	6.9	2,873	15.3	2,685	9.1	3,338	8.6	3,179	6.4	4,432	7.6
4. 어로시설및 무선주	459	10.1	3,427	38.2	1,209	19.3	568	10.8	1,365	18.2	2,486	26.0	2,269	15.2	3,488	18.3	5,209	17.6	4,057	10.5	7,744	15.7	9,109	15.6
5. 내수면개발									270	3.6	421	4.4	458	3.1	501	2.7	527	1.8	689	1.8	1,048	2.1	999	1.7
6. 원양어업 개발	1,030	22.8	116	1.3	269	4.3	219	4.2	390	5.2	366	3.8	699	4.7	1,493	8.0	100	0.3	109	0.3	522	1.1	727	1.2
7. 자원보호	87	1.9	149	1.7	163	2.6	245	4.6					63	0.4	180	1.0	399	1.3	870	2.3	1,436	2.9	3,984	6.8
8. 수산물유통 시설	128	2.8	412	4.6	422	6.7	228	4.4	381	5.1	455	4.8	430	2.9	537	2.7	3,148	10.6	5,523	14.3	4,343	8.8	5,281	9.0
9. 수산자금 이차보전					1,000	16.0	1,200	22.9	1,200	16.0			1,968	13.2	1,492	8.0	1,157	3.9	5,572	14.4	7,187	14.6	5,837	10.0
10. 어업지도			59	0.7	136	2.2	26	0.5	317	4.2					673	3.6	4,828	16.3	4,192	10.9	5,235	10.6	6,356	10.9
11. 시험연구	311	6.9	1,502	16.7	480	7.6	353	6.7	408	5.6	417	4.4	1,460	9.8	845	4.5	1,059	3.6	1,524	3.9	1,718	3.5	2,127	3.6
기 타	857	19.0	700	7.8							1,900	19.9	1,900	12.8	416	2.2	395	1.3	406	1.1	632	1.3	595	1.0

자료: 수산청, "수산업동향에 관한 年次報告書"

## 漁港投資事業의 經濟性 評價에 關한 研究

合理的으로 評價할 수 있는 經濟性 評價模型 및 漁港施設의 最適規模決定模型 開發 등에 主目的을 示했다.

### 2. 研究의 方法 및 範圍

本 研究에서는 어항투자사업의 경제성 평가에 대한 理論的 模型 즉 主要 고려 대상이 되고 있는 漁港投資事業의 經濟的 便益 및 費用 推定模型, 投資時期決定模型 및 最適施設規模決定模型 등을 제시하는 것을 연구목적으로 하고 있으며, 또한 時間과 費用의 제약으로 인해 實査를 통한 구체적인 기초자료의 제시나, 그것을 이용한 전체 모형에 대한 事例研究는 수행하지 못했다.

## Ⅱ. 漁港投資事業의 特性

### 1. 主要國의 漁港管理 및 投資事業主體

어항에 대한 투자개발에 있어서 중앙 정부나 지방자치단체 혹은 개인 기업의 역할은 해당 국가의 경제적, 산업적 상황 뿐만 아니라 지역적 환경에 의해서도 달라질 수 있다. 그러므로 여기서는 먼저 각 주요국의 어항관리주체 및 투자 그리고 어항개발시 중앙 정부와 지방정부 및 개인 기업이 어떠한 형태로 관여하는가를 간단히 살펴 본 다음에 어항개발투자의 특성을 고찰하도록 한다.

#### 1) 우리나라

우리나라의 모든 국제상업항, 공업항 및 어항 등의 항만의 개발을 촉진하고 그 이용과 관리의 適正을 위해 제정한 法律로는 港灣法과 漁港法으로 크게 나눌 수 있는데, 이를 통해 우리나라 港灣管理 및 投資開發主體 등을 파악해 본다.

#### (1) 港灣法

항만법은 港灣의 開發과 管理의 적정을 目的으로 우리나라의 主要한 全 港灣의 대부분을 同法의 適用下에 두고 있다. 同法 제2조 1항에서 港灣을 公共의 이해에 얼마나 밀접한 관계를 가지는가에 따라 同法의 適用을 받는 全 港灣을 指定港灣과 地方港灣으로 구분하고 있다.

#### 가. 指定港灣의 定義와 管理主體

지정항만은 公共의 이해에 밀접한 관계가 있는 港灣으로서 大統領令으로서 명칭과 구역이 지정되며(同法 제2조 1항) 海運港灣廳長이 管理한다. (同法 제4조)

同法 시행령에서는 指定港灣을 다시 제1종과 2종으로 구분하고 있다. 구체적인 제1종, 2종 指定港灣은 다음 <표 II-1>과 같다.

#### 나. 地方港灣의 定義와 管理主體

지방항만은 지정항만 이외의 항만으로서 서울특별시장, 부산시장, 또는 도지사가 그 명칭과 구역을 지정공고하며(同法 제2조 1항), 地方港灣의 管理主體는 해당 항만을 관할하는 道知事가 된다.

수 산 경 영 른 집

<표 II-1>

제 1.2종 指定 港灣

구분 \ 항만	항	만	명
1 종 指定港灣	인천항, 장항항, 군산항, 목포항, 여수항, 제주항, 부산항, 울산항, 포항항, 목포항, 속초항, 서귀포항, 충무항, 마산항, 진해구항, 장승포항, 우포항, 북평항, 삼척항, 삼일항, 삼천포항, 완도항		
2 종 指定港灣	연평도항, 광천항, 대천항, 비인항, 대흑산도항, 거문도항, 나로도항, 한림항, 화순항, 성산포항, 구조라항, 감포항, 구룡포항, 월포항, 강구항, 후포항, 죽변항, 도동항, 임원항, 주문진항, 거진항, 부산남항		

자료 : 항만법 시행령 별표

(同法 제4조). 항만의 유지, 새로운 投資開發事業 및 준설 등에 관한 사업은 同法에 특별한 규정이 있는 것을 제외하고는 管理廳이 주관이 되어 실시하도록 규정하고 있다.

(2) 漁港法

同法에서는 漁港을 천연 또는 人工의 漁業 근거지가 되는 수역 및 육역과 어항시설로서 漁港審議會의 審議를 거쳐 지정된 항만으로 정의하고 있다. 漁港의 종류 구분은 日本의 어항구분과 거의 비슷한 기준에 의해서 제1종에서 3종으로 구분하고 있으며(同法 제5조), 그 구체적인 漁港名과 종류는 아래 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2>

제 1 종 및 3 종 어 항

구분 \ 항만	어	항	명
제 1 종 어 항	다대포, 마산포, 대진, 아야진, 장호, 대포, 남애, 사천, 덕산, 금진, 오천, 판교, 몽대포, 곱소, 계마, 녹동, 회진, 마량, 어란진, 우수영, 대보, 대진, 축산, 사동, 양포, 읍천, 구계, 능포, 외포, 맥전포, 대변, 정자, 방어진, 모슬포, 세화, 애월, 도두		
제 3 종 어 항	덕적도, 어유정, 장봉, 외연도, 연도, 위도, 어청도, 청산도, 서거차, 돌산, 안도, 벽파진, 원평, 소안, 저동, 현포, 미조, 육지, 지세포, 거계, 능양, 신수, 추자, 신양		

자료 : 수산청

- (i) 제1종 어항 : 이용범위가 全國的인 漁業의 근거지
  - (ii) 제2종 어항 : 이용범위가 地方的인 漁業의 근거지
  - (iii) 제3종 어항 : 어장의 開發, 어선의 대피에 必要한 離島 또는 벽지에 소재하는 漁港의 근거지
- 漁港法에서 指定하고 있는 제1종 및 3종 어장은 水産廳長이, 제2종 어항은 道知事가 각각 大統領令이 定하는 바에 의하여 유지관리하도록 하며, 어항의 投資開發事業에는 漁港審議會의 諮問을 거

### 漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

러 水産廳長과 道知事가 결정하도록 규정하고 있다. 또한 水産廳長은 同法의 規定에 의한 그 權限의 일부를 大統領令이 定하는 바에 의하여 道知事에게, 도지사는 市長 또는 郡수에게 위임할 수 있도록 하고 있다. (同法 第26條)

위에서 港灣法과 漁港法에서 그 각각의 적용대상 항만과 管理 및 投資開發主體 등을 파악해 보았다. 그런데 두 법이 관할하고 있는 대상 항만을 分析해 볼 때 港灣法의 제2종 指定港灣의 거의 대부분이 漁港이라는 점과 제1종 指定港灣 中에서도 商業港 및 工業港으로서 뿐만 아니라 主要한 漁港으로서의 역할을 하고 있는 港灣이 거의 대부분이라는 점이다(예 : 인천, 군산, 목포, 여수, 울산, 포항등).<sup>1)</sup> 港灣法 제21조에 의하면 管理廳은 도시계획법 제18조 제1항의 規定에 의하여 設定된 漁港地區 안에서 必要한 때에는 大統領令이 定하는 바에 의하여 다음과 같은 分區를 設定할 수 있게 되어 있으며, 제1종 指定港灣內에서의 漁港은 바로 그 港灣의 漁港區에 해당한다고 볼 수 있을 것이다.

- (i) 商港區
- (ii) 특수물자 항구
- (iii) 工業港區
- (iv) 漁港區
- (v) 방카港區
- (vi) 보안港區

뿐만 아니라 漁港法 제4조 4항에서는 水産廳長은 港灣法의 規定에 의한 指定港을 漁港으로 指定하거나 그 管理機關을 定하고자 할 때에는 관계부처의 長과 협의하여 指定 변경이 가능하다는 것을 규정하고 있다.

그러므로 우리나라 漁港의 실질적인 管理와 投資開發主體는 그 漁港이 港灣法과 漁港法中 어느 것의 적용을 받는 항만이냐 하는 것을 먼저 파악해야 하며 거기에 따라서 달라진다고 할 수 있다.

#### (3) 漁港投資開發事業時 資金調達

##### 가. 港灣法의 適用을 받는 漁港

港灣에 관한 모든 費用은 同法 또는 다른 法律에 특별한 規定이 있는 것을 제외하고는 海運港灣廳長이 管理하는 港灣 또는 그 시설에 관한 것은 中央政府가 부담하고, 道知事が 管理하는 港灣 또는 그 시설에 관한 것은 그 당해 地方自治團體의 부담으로 하는 것을 원칙으로 하고 있다.

한편 海運港灣廳長이 必要하다고 인정 한 때에는 大統領令이 定하는 바에 의하여 道知事が 시행할 港灣工事を 代行할 수 있으며 이 경우 費用全部를 國家가 부담하는 것을 원칙으로 한되, 必要에 따라서는 당해 港灣이 소재하는 地方自治團體 또는 同法 제22조의 規定에 의하여 그 費用을 부담하여야 할 地方自治團體에 그 一部를 부담시킬 수도 있도록 하고 있다.

그리고 海運港灣廳長은 港灣의 開發保全에 必要한 때에는 大統領令이 定하는 바에 의하여 港灣에 관한 費用의 一部를 地方自治團體에 보조할 수 있으며 同法 施行令에서는 보조대상이 될 수 있는

1) 劉忠烈, 釜山南港의 魚市場 物揚場開發에 관한 調查研究(1982.8), p.174.

費用 항목을 다음과 같이 규정하고 있다.

1. 港灣에 관한 工事의 조사나 설계에 要하는 費用
2. 港灣에 관한 工事に 要하는 費用
3. 港灣의 維持에 要하는 費用
4. 港灣에 관한 용지의 매수나 보상에 要하는 費用
5. 港灣에 관하여 必要한 공작물 기타 지상물의 매수, 이전이나 보상을 要하는 費用

나. 漁港法の 적용을 받는 漁港

漁港의 管理主體는 漁港法 제6조에 규정하고 있는 바와 같이 제1종 및 3종 漁港은 水産廳長이 제2종 漁港은 道知事가 각각 大統領令이 定하는 바에 外하여 維持·管理하도록 되어 있다. 그러나 漁港의 投資開發事業 시행자는 위에서 언급한 관리주체자인 中央政府나 地方自治團體에 한정하지 않고 水産業協同組合도 이에 參與할 수 있도록 규정하고 있다(同法 제9조). 同法에는 새로운 投資開發事業이나 개축·보수·증축 사업에 소요되는 費用을 누가 부담할 것인가에 대한 費用負擔原則은 제시하지 않고 있으나 同法 제11조 <사업비의 보조> “水産廳長은 漁港修築事業을 시행하는 事業者에 대하여 必要한 때에는 예산의 범위내에서 그 費用의 全部 혹은 一部를 보조할 수 있다”는 항목으로 유추해 볼 때 사업 시행자가 원칙적으로 부담하는 것으로 간주되며 事業費에 대한 中央政府의 지원정책도 제시하고 있다고 볼 수 있다.

이처럼 우리나라 어항의 (해당漁港이 港灣法の 적용을 받는 것이나 漁港法の 적용 받는 것이나 관계없이) 거의 대부분의 漁港投資開發事業은 中央政府나 地方自治團體를 中心으로 해서 이루어지고 있다는 결론을 내릴 수 있다.

## 2) 美 國

美國의 水産業을 진흥·발전시키는 책임은 BCF(the Bureau of Commercial Fisheries)가 떠 맡고 있으나 BCF를 제외한 다른 여러 聯邦關係機構도 水産業發展에 많은 편익을 제공하고 있다. 그 중에서도 水産業發展에 가장 큰 공헌이라고 하면 바로 좋은 漁港施設을 제공한 사실을 들 수 있다.

美國漁港은 대부분 準政府機關(quasi-governmental port authority)인 漁港管理廳(the Port Authority)에 의해 管理되고 있다. 이러한 準政府기관인 漁港管理廳의 구조도 행정구역마다 다르다. 그러나 일반적으로 州와 地方政府代表, 市議會代表, 해당漁港과 이해관계를 가지는 이해관계자 대표들로 구성되고 있다. 특히 새로운 漁港施設 投資決定 및 거기에 必要한 資本調達決定, 그리고 임대료와 使用料 결정문제 등은 여기서 행해진다. 물론 主要漁港에 대한 投資계획 및 經濟的 妥當性에 대한 평가는 의회(Congress)와 聯邦政府의 商務省(Department of Commerce) 內的 經濟開發局(Economic Development Administration) 등이 직접 參與하거나 또는 간접적인 기술지원을 해주며 동시에 재정적 지원도 해 주는 경우도 있다.<sup>2)</sup>

2) G. H. Lyon, C. Hoffman and G. A. Albano, "Some Aspects of the Port Structure and Marketing System for Fishery Products in the United States," Fishing Port and Markets (FAO, 1970), pp. 216~229.

3) 英國

英國의 漁港管理는 오랜 歷史를 지니고 있으며 그 형태 또한 다양하게 發展해 왔다. 그래서 漁港의 所有 및 管理가 일정한 기관에 의해 이루어지는 것이 아니라 漁港所有 및 管理기관은 다음과 같은 4가지 형태로 일반적으로 분류되고 있다.

① BTDB(British Transport Docks Board)

이 委員會는 과거 여러개의 독립된 철도회사가 통합하여 이루어졌던 英國鐵道委員會(the British Transport Commission)가 변경 생성된 것이다. 1947年 철도회사의 經營 악화로 철도회사가 所有·管理하던 主要漁港을 政府機關인 British Commission이 흡수하였으나 계속적인 經營악화로 다시 BTDB로 흡수되었다. 현재 BTDB가 所有 管理하고 있는 主要 大規模 漁港으로는 Hull, Grimsby 등 약 8개로 주로 大規模 漁港 所有管理에 중점을 두며 小規模 漁港은 거의 所有하지 않고 있다.

② 地方港灣管理廳(Local Port Authority)

地方港灣管理廳(local-authorities)은 대규모 漁港은 얼마 所有하지 않고 주로 小規模 漁港을 所有·管理하고 있다.

③ 港灣委員會(Harbour Commissions and Trustees)

港灣委員會가 所有·管理하는 漁港도 大規模 漁港은 없고 거의 小規模 漁港에 한정되어 있다. 이 委員會는 대부분 오랫동안 존재해 오고 있던 것으로 이 중에는 地方議會法에 의해 200年前에 조직된 것도 있다고 한다. 그리고 이것은 漁港의 利用者, 즉 漁民代表와 地方港灣管理廳代表들로 구성된다. 이들의 기능도 地方港灣管理廳의 경우와 거의 유사한 것으로 港灣의 所有와 管理에 있으며 港灣의 開發計劃時에도 보통 中央政府로부터 補助金이나 貸付金 등의 資金支援을 받는 경우가 일반적이다.

④ 個人所有

個人所有의 港灣開發은 거의 이루어지지 않고 있다. 현재 英國의 個人所有 漁港으로는 Milford Haven, Sutton(Plymouth) Lossiemouth 등 少數에 불과하다. 이것은 당해 지방 水産業의 퇴조와 그 漁港을 사용하는 他産業의 부재로 인한 結果라고 보여진다.

이처럼 英國의 漁港은 主要 4가지 형태의 機關에 의하여 所有·管理되고 있으나 몇몇 大規模 漁港 管理機關을 제외하고는 대부분 漁港의 現代적 開發計劃에 소요되는 資金調達에 어려움을 면하지 못하고 있는 실정이다. 그래서 현재 英國 中央政府의 漁港開發政策은 다음 2가지 政策方向을 수행해 나가고 있다.

i) 政府의 재정적 지원이 水産業의 진흥과 發展에 이바지할 수 있다고 판단될 때는 漁港開發時 補助金(grants) 및 貸與金(loans)을 지원해 주는 政策

ii) 國際商業港의 港灣施設의 現代化를 위하여 1966년에 제정된 港灣政策 즉 主要港灣의 施設現代化를 위한 港灣投資時, 그 投資金額의 20%에 해당하는 政府補助金を 지원해 주는 政策을 漁港開發에도 연장 적용하는 政策

沿岸漁港開發投資時 政府補助金の 수준은 일반적으로 總投資金額의 50~75%로 매우 높으며, 나머지는 貸與金이나 漁港管理機關 自體資金으로 조달한다.<sup>3)</sup>

#### 4) 日 本

日本の 漁港은 그 規模나 機能에 따라 제1종에서 4종까지와 특3종의 5종류의 等級으로 나누어지고 있다. 즉 이용범위가 해당지역어선이 주인 것을 제1종, 全國的인 범위로 利用되는 것을 제3종, 이 양자의 中間的인 것을 제2종으로 한다. 제4종 漁港은 벽지나 고립된 지역에 있어 어장의 開發이나 漁港의 改修을 위해 특히 必要한 漁港이다. 더구나 제3종 漁港中 水産業의 진흥상 특히 重要한 漁港을 특정 제3종 漁港으로 政令에 의해 定하고 있으며, 이들은 日本의 대표적인 漁港들이다.<sup>4)</sup>

漁港의 維持와 管理는 日本水産業發展에 必要불가결한 요소이기 때문에 漁港의 維持, 管理에 대한 책임 소재를 분명히 할 必要가 있다. 이러한 目的으로 日本農林省長官은 일정지역에 위치한 漁港들에 대한 維持와 管理의 책임기관으로서 해당지역의 地方政府를 지정하고 여기에 관련된 모든 권한을 委任하고 있다. 물론 이 경우 農林省 長官은 漁港委員會(Fishing Port Council)와 該當縣의 知事(Governor of the Prefecture)와의 협의 후에 결정된 기준에 따라 이루어진다.

漁港開發投資計劃에 있어서 中央政府와 地方政府는 초기에 大規模의 資金所要가 요구되며 公共의 이해와 깊은 관계가 있는 基本施設(basic facilities)이나 機能設備(functional facilities)에 대한 수리 및 새로운 建設投資事業에 關여하며, 반면에 수익성이 높은 地上의 機能設備의 수리 및 建設事業에는 個人企業이 參與하는 것이 일반적인 傾向이다. 漁港投資計劃에 必要한 資金은 中央政府의 補助金과 公的 金融機關의 融資金, 그리고 나머지는 自體資金으로 充당하는데, 中央政府의 補助金은 全體投資金額의 30~100%에 해당한다고 한다.<sup>5)</sup>

## 2. 漁港投資事業의 特性

우리나라와 主要 水産國의 漁港管理 및 投資開發主體를 고찰해 본 결과, 거의 모든 國家의 漁港投資는 中央政府나 地方自治團體 혹은 準公共機關에 의해 주도되고 있다는 사실을 쉽게 알 수 있을 것이다. 이것은 漁港 뿐만 아니라 商港의 경우도 거의 유사한 傾向을 보이고 있다. BTDB의 [Stanley Johnson]의 조사에 의하면 世界 70個 主要 港灣을 조사해 본 결과, 이 중 약 65個 港灣이 公共機關에 의해 管理·開發되고 있었다고 한다.<sup>6)</sup> 이러한 公共性을 강하게 띠고 있는 漁港施設에 대한 投資可能性의 판단기준을 단순히 管理機關의 商業的 혹은 財務的 收益性 基準에 두기 보다는 오히려, 넓게는 그 나라의 經濟開發政策目標에, 좁은 의미에서는 水産業의 開發과 振興目的에 적합한가의 여부에 두는 것이 더욱 타당할 것이다. 그러나 國家의 經濟開發政策目標은 예를 들어

3) U.K. Ministries, "The Planning Role of Governmental Authorities and Private Industry in United Kingdom Fishing Port", FAO, op. cit., pp. 322~324.

4) 能勢幸雄, 漁業學(東京大學出版會, 1980. 3), pp. 153~154.

5) G. Seo and S. Kimura, "Roles of the Government and Private Enterprise in Fishing Port Development in Japan," FAO, op. cit., 1970, pp. 316~321.

6) Stanley Johnson, "Financial Policies of Ports", Proceedings of the Seventh IAPH Conference, June 1971, p. 281.



단순히 GNP의 극대화의 추구, 일정 부문산업의 급격한 成長, 고용증대, 國際收支의 改善, 일정 지역 經濟開發 등 매우 다양하다. 그럼에도 불구하고 漁港投資의 經濟性을 판단해야 하는 個人이나 機關은 반드시 이러한 복잡 다양한 國家經濟開發政策을 염두에 두지 않을 수 없는 것이다. 즉 漁港投資와 漁港의 價格政策(port pricing policy)은 全體國民經濟에 공헌할 수 없으면 그것은 많은 부분의 投資價値를 상실하게 될 것이다. 그러므로 대부분의 國家에서 漁港管理者는 大規模의 資金이 소요되는 投資開發計劃을 추진할 경우에 中央政府와 事前협의를 거치며 또한 상당한 부분의 財政支援을 받게 되는 것이다. 漁港은 水産業發展에 기여할 수 있는 漁港 본래의 기능을 충분히 수행할 수 있어야 하기 때문에, 단순한 管理機關의 財務的인 收益性 계산결과가 投資의 經濟的 妥當性 여부를 판별하는 基準으로는 불충분 하다는 것이다.

이것이 漁港投資의 經濟評價를 더욱 복잡하게 할 뿐만 아니라 投資事業의 經濟的 便益(economic benefits)과 費用(costs)을 정확하게 계량화하는 데 많은 문제점을 야기시킨다. 國際金融機關에서는 이러한 特性을 반영하여 港灣投資開發事業에 대한 借款貸與時에는 반드시 財務的 分析(financial analysis)과 經濟性分析(economic analysis) 둘다를 요구하나, 借款貸與 여부를 決定하는 가장 重要한 基準은 바로 經濟性分析 結果에 두고 있다.<sup>7)</sup>

그래서 本 研究은 먼저 漁港投資의 財務的 分析和 經濟性 分析의 차이점을 간단히 언급하고, 주로 經濟性分析에 관해서 重點的으로 다루도록 한다.

### Ⅲ. 經濟的 便益과 費用의 算出

#### 1. 經濟性 分析和 財務分析的 比較

##### 1) 經濟性 分析和 財務分析的 定義

漁港開發事業의 投資妥當性을 評價한다는 것은 그 投資로 인해 發生하리라고 期待되는 未來의 便益(benefits)과 費用(costs)의 흐름을 評價하여, 일정한 意思決定基準에 의해 該當投資案을 採擇하느냐 혹은 拒否하느냐를 決定하는 것이다. 그러나 未來의 期待便益과 費用의 測定範圍와 실질적인 價値測定은 投資評價者의 觀點이나 該當投資의 特性에 의해 달라질 수 있다.

단약 漁港管理廳의 관심이 단순히 當該 漁港의 財務的 收益性에 한정되어 있다면, 당연히 그러한 漁港의 開發事業의 投資分析은 그 사업으로 發生하게 될 미래의 期待現金流入(expected cash-inflow)과 期待現金流出(expected cash-outflow)을 比較·評價하여 最適案을 選定하는 接近方法을 採擇하게 될 것이다. 즉 이경우 接近方法의 性質로 볼 때 該當管理廳의 投資分析者는 전체 國民經濟의 計劃立案者라기 보다는 私企業의 投資決定에서와 같이 그 投資事業의 遂行으로 인해 전체적인 經濟에 미치게 되는 效果 즉 社會的 割引率·雇傭·外貨의 消費와 獲得·貯蓄·所得分配 등의 國民經濟的 效果에 대해서는 전혀 고려하지 않고 단지 當該投資로 인해 發生하는 現金流入과 流出만을 생각하는 財務管理者의 思考와 하나도 다를 바가 없을 것이다. 本 研究에서는 이와 같이 어떤 投資

7) United Nations, Appraisal of Port Investment, 1977, p. 3.

로 인해 發生하게 될 便益과 費用의 範圍를 國民經濟에 미치는 效果를 고려하지 않는 私企業의 投資分析 接近方法을 財務的 分析(financial analysis)이라고 定義한다.

그런데 漁港管理主體가 當該 漁港開發에 대한 投資를 全體國民經濟의 立場에서 고려한다면,

(i) 미래의 期待便益과 費用의 範圍가 더욱 擴大될 것이다.

(ii) 몇몇 費用項目 즉 外換, 土地, 勞務費와 같은 投入資源(input resources)들은 그것들이 國民經濟에 있어서 가지는 진정한 經濟的 價値 즉 潛在價格(shadow price)을 推定하기 위한 부차적인 評價過程을 거쳐야 할 것이다.

(iii) 割引率의 選擇에 있어서도 企業의 投資決定에서는 각 財源別 資本費用을 算出하고, 그것들에 의해 觀望적으로 採擇하고 있는 加重平均資本費用을 구하여 사용하면 되나, 社會的 割引率(social discount rate)을 選擇한다는 것은 전체 國民경제를 構成하고 있는 全利害關係者 및 相異한 세대 간에 일어나는 資本費用에 대한 제각기 다른 見解로 인해 發生하는 國民경제적 效果를 진정하게 반영하기 위한 것이기 때문에, 재무분석적 觀點에서 산출한 할인율보다는 社會적 할인율을 사용하는 것이 더욱 합리적일 것이다.

(iv) 재무적 분석에서는 關稅나 附加稅도 중요한 현금 유출요소이나 공공투자의 경우 그 투자로 국가의 새로운 공공 서비스가 요구되지 않는 한 관세나 부가세는 經濟的 資源의 消費가 아니고 단순한 移轉經費(transfer payment)이기 때문에 경제적 비용 산입에 포함되어서는 안될 것이다.

위에서 제시한 몇가지 점을 고려해 보더라도 공공투자의 경우 國民경제적 觀點에서 본 미래의 편익 및 비용과, 사기업의 觀點에서 본 미래의 현금 유입 및 유출과는 그 範圍와 價値測定方法에 있어서 분명한 차이가 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 이와 같이 어항과 같은 공공투자의 타당성 분석시에는 國民경제적 觀點에서 당해 투자가 국가경제의 정책 목표와 합치될 수 있도록 그 투자로 인해 發生하게 될 미래의 경제적 편익과 비용(national economic benefits and costs)의 흐름을 추정·평가하여 最適案을 選擇하는 投資分析接近法을 채택하는데, 이러한 접근방법을 일반적으로 經濟性 分析(economic cost-benefit analysis)이라고 정의한다.

재무적 분석(financial analysis)과 경제성 분석(economic cost-benefit analysis)에 있어서 미래에 發生하게 될 기대 편익과 비용을 할인하여 평가하는 投資의 經濟性 評價方法(evaluation method)은 동일하기 때문에 양자의 가장 중요한 차이점은 (i) 割引率(discount rate)과 (ii) 便益과 費用의 範圍와 價値測定方法, 즉 潛在價格係數에 의한 推定方法에 있다고 볼 수 있다.<sup>8)</sup>

## 2) 社會的 割引率과 潛在價格

公共投資分析에 있어서 사용될 社會的 割引率(social discount rate)과 該當投資에 소요될 經濟的 資源, 즉 모든 財貨와 生産要素의 진정한 社會的 價値를 반영시킬 수 있는 潛在價格係數는 모든 公共投資에 동일하게 적용되어야 할 것이다. 그래서 이러한 社會的 割引率과 潛在價格係數는 該當投資評價者에 의해 각각 相異하게 決定되는 것이 아니므로 모든 公共投資에 共通의으로 적용될 수 있는 指標를 그 國家의 全體經濟計劃을 主導하고 있는 經濟機關(Central Planning Organization: CPO)이

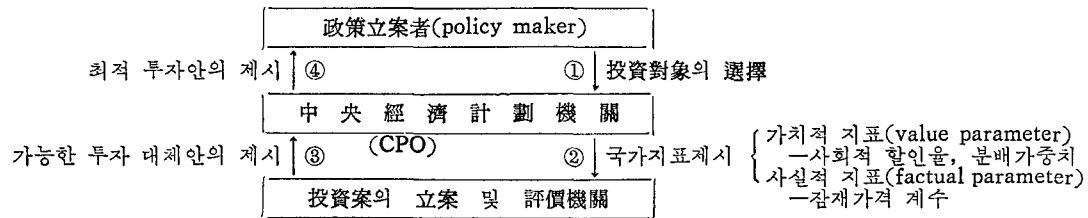
8) United Nations, op. cit., pp. 4~6.

漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

일정 기간마다 그 시점의 經濟狀況에 적합한 社會的 割引率과 潛在價格係數를 제시해 주어야 한다. 일반적으로 社會的 割引率과 潛在價格(shadow price) 係數를 가리켜 國家指標(national parameter)라고 한다. 여기서는 公共投資分析에 있어서 이러한 國家指標(national parameter)의 推定 顯示, 投資案의 作成 및 評價, 最適投資案의 選定 등의 諸過程을 살펴 보고, 또한 國家指標의 의미와 현재 우리나라에서 사용되고 있는 實際值 등을 살펴 보고자 한다. 國家指標의 推定方法에 關한 部分은 본 연구의 範圍를 벗어나는 것이므로 깊이 언급하지 못했다.

(1) 公共投資에 있어서 最適案 選定過程

일반적으로 公共投資分析에서 最適案選定에 關여하는 關係機關을 3機關으로 보는 見解와 4機關으로 보는 견해가 있는데 本 研究에서는 3기관으로 보는 견해(a three-unit view of formulation, valuation and planning)를 採擇하였으며 그것을 圖表로 나타낸 것이 아래 <그림 Ⅲ-1>이다.



<그림 Ⅲ-1> 公共投資에 있어서 最適案 選定過程

그림에서 ①번의 과정은 經濟政策立案者가 國家經濟開發의 目的을 達成하기 위한 일정투자대상을 선택하여 中央經濟計劃機關(CPO)에 제시하는 과정을 나타낸 것이다. 여기서 中央經濟計劃機關(CPO)은 국가가 經濟開發 政策目標 達成을 위해 수행할 모든 公共投資의 經濟性 分析에 적용할 수 있는 一貫된 國家指標 즉 價值的 指標인 社會的 割引率, 分配加重值(distribution weight)와 事實的 指標인 潛在價格係數를 제시하며, 실제로 그 투자에 대한 投資實施計劃案을 作成하고 각 투자안으로 부터 기대되는 經濟的 便益과 費用의 흐름을 측정하여 評價機關에 제시하는 것이 ②번 과정이다. CPO는 국가지표 특히 價值的 指標은 그 算出過程에서 이미 價值判斷要素가 포함되기 때문에 평가자의 주관이 內包되지 않을 수 없으므로 가능한 한 한가지 지표만이 아니라 일정범위의 指標를 算出하여 제시해 주는 것이 보통이다. 한편 投資案의 實施計劃者와 評價者는 이러한 일정범위의 국가지표 각각에 대해서 採擇可能한 투자안을 CPO에 제시하게 되며 이것이 ③번 과정이다. 이처럼 국가지표의 선택은 개개의 투자사업평가자의 권한이 아니다. CPO는 그들이 내려준 일정범위의 국가지표를 가정하여 각 指標에서 選擇可能한 投資案들을 ③과정에서 추천받게 되었을 경우, 각 지표에서 最適이라고 생각되는 最適案들을 政策決定者(policy maker)에게 제시하게 된다. 이것이 ④번 과정이다. 最適政策決定者들은 이렇게 복잡한 과정을 거쳐서 형성된 각 指標別 最適案中에서 국가지표에 關한 그들의 主觀的 判斷에 의해 全體國民經濟의 目標에 가장 적합하다고 생각되는 最終投資案을 選擇·決定하는 것이다.<sup>9)</sup>

9) United Nations, Guidelines for Project Evaluation, New York, 1972, pp.14--17.

## (2) 國家指標(national parameter)

國家指標는 國民經濟에 대한 사실적인 情報(factual information)와 國民經濟目標에 대한 相對의 重要性에 대한 價值的 判斷이 어느 정도 혼합되어 있기 때문에 일반적으로 이것을 價值的 指標(value parameter)와 事實的 指標(factual parameter)로 구분한다. 가치적 지표로서는 社會的 割引率(social discount rate)과 分配加重值(distribution weight)를 들 수 있으며, 사실적 지표로서는 潛在價格(shadow price)을 들 수 있다.<sup>10)</sup> 公共投資分析時 이러한 국가지표를 먼저 결정하여 이것으로 便益과 費用을 推定評價해야 하는 것이 必須的이나 이중 投資分析時 所得再分配 問題를 고려함으로써 과연 얼마나 所得分配改善에 실제로 기여할 수 있을 것인가 혹은 제충별로 合理的이고 또 一貫性 있는 分配加重值(distribution weight)의 적용이 가능할 것인가 하는 데는 많은 의문이 따르기 때문에 本 研究에서는 分배가중치에 대한 문제는 취급하지 않았다.

## 가. 社會的 割引率(social discount rate)

만약 資本市場이 完全競爭的이어서 투자하고자 하는 사람과 저축하고자 하는 사람들이 원하는 금액을 얼마든지 저축 혹은 투자할 수 있다면 市場利率은 당연히 社會的 時間選好率(social rate of time preference)을 반영하게 될 것이고 投下資本에 대한 機會費用도 長期的으로 이 율에 접근하게 될 것이다. 그러나 이러한 Fisher의 理想的 세계는 투자와 저축의 균형을 항상 가정하고 있고, 세금을 통한 정부의 간섭, 투자의 위험성(risk) 등을 일체 감안하고 있지 않기 때문에 이에 따른 潛在利率 정의는 실제분석에는 적용될 수 없는 概念的 定義에 불과하다. 先進國의 경우는 물론이고 더 우기 우리나라와 같이 자본시장이 未發達한 국가의 경우에는 어느 市場利率도 자본의 機會費用을 정확히 반영하고 있다고 보기 어렵다.

그래서 經濟學者 Baumol(1968)은 資源의 現在와 未來間 效率의 配分이란 측면에서 본 할인율과 현존 投資財源의 政府·민간간의 效率의 配分이란 측면에서 본 割引率は 稅金을 통한 政府의 간섭과 개별투자사업의 위험성 등으로 항상 불일치하고 있고, 어느 割引率도 두 目標을 동시에 모두 充足시킬 수 없다는 이론적 근거에서, 민간부문의 수익율을 政府投資事業 割引率로 적용할 것을 강력히 주장하고 있으며,<sup>11)</sup> 우리나라의 經濟企劃院도 이러한 Baumol의 주장에 따라 우리나라 公共投資事業의 社會的 割引率을 추정하였다. 그러나 민간부문에서의 資本收益率(observed rates of capital productivity)을 社會的 割引率로 사용한다는 것도 그렇게 만족스러운 것이 아니다. 민간부문의 資本收益率을 社會的 割引率로 사용할 수 있다는 제안에는, 그것을 정당화 시키는데 다음의 가정을 요구한다. 즉 該當 投資事業을 수행하는 데 요구되는 모든 재원이 전부 민간부문의 재원에 의해 충당되는 경우이어야 한다는 것이다. 뿐만 아니라, 실제로 民間資本의 限界生産性을 측정하는 것 자체도 投下資本이 동질성을 가진 재화가 아니기 때문에 불가능한 작업은 아니라 하더라도 매우 어려운 과제인 것이다. 이처럼 社會的 割引率을 決定하는 문제는 理論的으로 뿐만 아니라 실제로 측정하는 문제에서도 매우 많은 어려움이 따르는 게 사실이다.

10) United Nations, op. cit., pp.135~141.

11) 具本英, “韓國의 潛在價格係數 推定”, 韓國開發研究(1981 여름호, 韓國開發研究院), pp.95~96.

漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

우리나라는 60~70年代를 통하여 年평균 10% 가까운 고도성장을 실현하여 왔고, 1978년에는 평균 총자본 수익율이 16.3%라는 높은 수준에 이르게 되었다. 그러나 1979年 하반기부터 우리 經濟는 심각한 불황에 직면하게 되었으며 이에 따라 資本投資效率도 급격히 감소하게 되었다. 따라서 經濟企劃院에서는 우리나라 公共投資事業의 經濟性 分析時에 사용할 社會的 割引率로 1970年경에 널리 사용하던 15~18%대신에, 이보다 조금 낮은 12~14% 수준을 사용할 것을 권장하고 있다.

나. 潛在價格(shadow price)

가) 潛在換率(the shadow price of foreign exchange)

대부분의 開發途上國의 경우 公定換率은 關稅 및 政府補助 등의 政府의 輸出入에 대한 각종 간섭으로 인하여 外換의 實質價格을 적절히 반영치 못하고 있다. 潛在換率은 이러한 왜곡의 조정을 위하여 추정된 外換의 實質機會費用을 의미한다.

이러한 潛在換率係數(=  $\frac{\text{潛在換率}}{\text{公定換率}}$ )의 추정방법도 여러가지 접근방법이 있으나 Balassa의 수식을 제시하면 다음과 같다.

$$P^* = \frac{\sum E_i X_i (1+s_i) + \sum N_i M_i (1+t_i)}{\sum E_i X_i + \sum N_i M_i} \quad (\text{가-1})$$

단,  $P^*$  : 潛在換率係數

$X_i, M_i$ ; 輸出과 輸入

$E_i, N_i$ ; 輸出과 輸入의 價格彈力性

$t_i$ ; 關稅率

$s_i$ ; 輸出補助率

그러나 개별상품의 輸出入彈力性을 計算하는 것은 거의 불가능한 일이기 때문에 外換의 증가가 개별 輸出入 比重을 변화시키지 않는다고( $E_i=N_i=1$ ) 假定하면, 潛在換率係數의 추정식은 다음과 같이 간단히 나타낼 수 있다.

$$P^* = \frac{\sum X_i (1+S_i) + \sum M_i (1+t_i)}{\sum X_i + \sum M_i} \quad (\text{가-2})$$

$$= \frac{(X+S) + (M+T)}{X+M} \quad (\text{가-3})$$

단,  $X, M$ ; 總輸出入額

$S$ ; 總輸出補助金

$T$ ; 總關稅額

KDI에서 식(가-3)을 이용하여 우리나라의 연도별 潛在換率係數를 추정한 것이 다음 <표 III-1>이다.

이 표에서 볼 때 우리나라 潛在換率은 1967~1973년까지는 대체로 公定換率보다 11%정도 높은 수준에 머물러 있었으나 그 이후 감소하는 추세를 보여주고 있다. 변동환율제도를 도입한 1980년의 경우는 약 6% 정도 높은 것으로 추정되고 있다. 따라서 경제기획원에서는 우리나라의 公共投資事

수 산 경 영 론 집

<표 Ⅱ-1>

年度別 潛在換率 係數

연 도	구 분	年平均公定換率	潛 在 換 率	潛 在 換 率 係數
1 9 6 5		266.17	292.6	1.099
1 9 6 6		270.25	295.9	1.095
1 9 6 7		268.33	298.3	1.112
1 9 6 8		276.33	309.7	1.121
1 9 6 9		288.42	320.2	1.110
1 9 7 0		310.42	346.6	1.117
1 9 7 1		350.08	387.7	1.107
1 9 7 2		394.00	440.7	1.119
1 9 7 3		398.54	440.9	1.106
1 9 7 4		406.0	441.6	1.088
1 9 7 5		484.0	516.3	1.067
1 9 7 6		484.0	520.4	1.075
1 9 7 7		484.0	527.8	1.090
1 9 7 8		484.0	530.6	1.096
1 9 7 9		484.0	526.6	1.088
1 9 8 0		607.63	643.9	1.060

자료: 한국개발연구원, "한국개발연구"(1981, 여름호)

業의 經濟性 分析時 潛在換率係數는 1980年の 潛在換率係數 1.06을 사용하는 것이 적절하리라고 권고하고 있다.<sup>12)</sup>

(나) 潛在賃金率(the shadow wage)

潛在賃金은 기본적으로 노동의 機會費用을 의미한다. 따라서 先進國과 같이 노동시장이 경쟁적인 경우에는 潛在賃金은 대부분 實質賃金과 같다고 볼 수 있다. 그러나 많은 開發途上國의 경우에는 고용기회의 부족으로 완전·불완전 실업이 존재하고 있으며, 이 경우 노동의 機會費用은 實質賃金과 달라질 수 있다.

公共投資의 經濟性 分析時 潛在賃金率 사용은 이러한 왜곡을 조정해 주기 위한 것이다. 經濟企劃院에서는 우리나라의 급속한 工業化에 의한 完全失業者의 감소를 감안하여 市場賃金을 潛在賃金으로 사용할 것을 권하고 있다.

(다) 潛在土地價格(shadow price of land)

일정한 公共投資事業의 수행에 사용될 土地에 대한 潛在價格은 그 投資事業으로 말미암아 포기해야 하는 다른 활용부문으로 부터 發生하리라 예상되는 최대의 가치 즉 機會費用을 의미한다. 예를

12) 具本英, op. cit., pp.86~90.

## 漁港投資事業의 經濟性 評價에 關한 研究

들면 漁港管理廳이 漁港을 확장하기 위하여 일정구역의 土地를 中央政府로 부터 10억원을 들여 구입할 수 있으며 동시에 中央政府가 이것을 다른 民間建設業者에게 매매할 경우 50억원을 받을 수 있다고 가정해 보자. 이럴 경우 당해 구역토지의 진정한 經濟的 價値는 漁港管理廳이 中央政府로 부터 구입할 수 있는 價格인 10억원이 아니라, 그 機會費用인 50억원이라고 볼 수 있으며, 이것이 그 土地의 潛在價格인 것이다.

### (라) 關稅와 附加價値稅

일반적으로 公共投資事業으로 인해 특별히 附加的인 政府의 서비스를 요구하지 않는 한에 있어서는 關稅와 附加價値稅는 國民經濟에 있어서 經濟的 費用이 될 수 없다. 특히 漁港建設事業에 사용될 建設資材에 부과되는 關稅나 附加稅의 경우, 이러한 부과금을 지불해야 하는 漁港建設業者에게는 財務的 現金流出項目이 될 수 있지만, 國民經濟的 觀點에서 보면 이것은 經濟的 費用이 될 수 없다.

이것은 港灣建設業者로 부터의 現金이 關稅나 附加稅의 형태로 政府에 이전될 뿐이지, 國民經濟에 손실이나 이득이 되지 않는 移轉經費(transfer payment)인 것이다.<sup>13)</sup>

그래서 漁港投資事業의 經濟的 評價時에는 이러한 關稅나 附加價値稅는 經濟的 費用項目에서 제외시켜야 한다.

## 2. 經濟的 便益(economic benefit)의 算出

### 1) 經濟的 便益의 定義

漁港投資事業의 經濟的 便益을 측정하는 데에는 개념적인 면과 실제 추정면에 있어서 몇가지 문제점을 시사하고 있다. 이것은 漁港의 建設로 인한 經濟的 便益이 단순히 漁港管理廳外의 여러 이해 관계자들에게도 便益이 돌아가기 때문이다. 漁港管理廳이 漁港投資事業에 있어서 가장 관심을 가지는 것은, 그 事業으로 인해 發生할 미래의 期待現金流入(future expected cash-inflow)일 것이다. 漁港管理廳이 漁港을 새로이 建設하거나 확장함으로써 징수하게 되는 追加使用料 즉 貨物入·出港料, 接岸料, 碇泊料, 野積場使用料, 倉庫使用料 및 其他賃貸料 등을 통한 現金流入은 漁港管理廳의 직접적인 便益으로, 이것을 일반적으로 財務的 便益(financial benefits)이라고 정의하며, 반면에 財務的 便益과는 달리 漁港을 사용하는 모든 이해관계자에게 돌아가는 便益의 습을 經濟的 便益(economic benefits)이라고 정의한다.

漁港의 經濟性 評價에 있어서 추정해야 할 便益은 經濟的 便益인데 投資事業評價가 잘 되었느냐 못되었느냐는 바로 이 經濟的 便益을 정확히 추정하느냐 하는 문제와 직결되어 있다.

### 2) 經濟的 便益의 유형

漁港管理廳이 漁港投資事業을 수행하게 되면 당해어항의 現在의 상황에 따라서, 滯船現象(congestion)의 해소, 漁港 荷役生産性 向上, 在港時間의 단축 등을 가져와 결과적으로 漁船의 待機費用의 節減, 船席費用의 節減, 荷役料節減, 그리고 海上 및 陸上輸送費의 節減 등의 經濟的

13) 한국과학기술연구소, 신항만 기본계획보고서 제2권 기본계획편(안정항), p. 552.

수 산 경 영 른 집

便益을 漁港利用者에게 돌아가게 할 것이다. 이와같이 經濟的 便益은 財務的便益 즉 漁港管理廳의 직접적인 現金流入과는 달리 漁港使用者의 운영비용의 節減으로 파악하여 算出하는 견해를 일반적으로 채택하고 있다(cost-savings benefit in terms of reduced operating expenses). 이러한 운영비 절감 효과를 經濟的 便益으로 채택하는 것은, 이것을 國民經濟的 立場에서 經濟的 資源節減으로 해석할 수 있기 때문에, 公共投資의 性格을 강하게 띠는 漁港의 便益으로 정의하는데 매우 적절하다는 점과, 測定하는 문제에 있어서도 貨幣單位로 쉽게 換算이 可能하다는 利點이 있기 때문이다. 그러나 國際的인 漁港일 경우 規模擴大와 荷役裝備의 現代化를 실현하게 되면 당해 漁港을 利用하는 外國船主도 투자혜택을 받게 되는데, 이것이 과연 投資當事國의 經濟的 便益으로 간주할 수 있느냐 하는 문제가 發生하게 된다. 즉 當該漁港投資事業의 結果로 실현될 便益이 실제로 모두 投資當事國에 돌아 가는지 또는 他 國家에 가는지에 대한 문제가 발생하며, 이 문제의 해결 또한 간단하지 않다. 왜냐하면 여러가지 經濟的·政策的 要因으로 發生便益의 상당한 부분이 外國漁船船主에게 직접 돌아가기 때문이다. 따라서 발생하는 편익의 얼마만한 比重을 自國의 便益으로 간주할 수 있느냐 하는 것을 證明해야 하나, 이것을 산출하는 일률적인 모델 개발은 不可能하며, 投資當事國의 漁港使用料 政策과 外國船主들의 船舶運營政策 등의 복잡한 要因에 의해 決定되므로 그때 그때의 경우에 따라서 自國과 他國의 便益分擔率을 결정해야 한다. 여기에는 반드시 感應度分析(sensitivity analysis) 결과를 제시하는 方法을 채택하는 것이 理想的이다.

이러한 運營費 節減 便益 以外에도 어느 일정지역에 漁港投資事業을 실시했을 경우, 그 地域의 水産業 發展을 刺戟·加速시키고, 輸送費用의 節減으로 漁獲量을 “投資를 하지 않았을 경우(without case)” 보다 증가시키는 便益도 얻을 수 있다. 뿐만 아니라 漁港建設로 인해 安保的 측면에서의 혜택 및 人口分散效果, 地域發展計劃에 의한 政治的 安定性 등 非經濟的인 便益도 考慮할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 便益은 計量化하는 것이 可能的한 것도 있기는 하지만 사실상 不可能한 것이 더 많기 때문에 本 研究에서는 주로 計量化가 可能的한 運營費 節減效果를 中心으로 經濟的 便益을 추정하도록 한다.

그래서 이러한 관점에서 본 漁港投資事業의 經濟的 便益을 類型別로 간단히 요약해 보면 아래<표 II-2>와 같다.

<表 II-2> 財務的 便益과 經濟的 便益의 比較

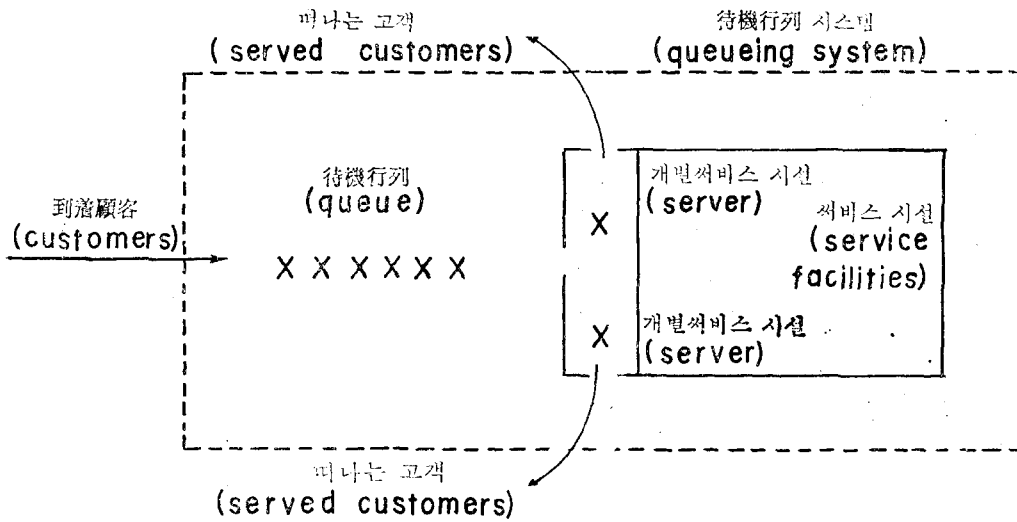
財務的 便益	經濟的 便益
(i) 貨物 入·出港料	(i) 船席 費用 節減
(ii) 接岸料	(ii) 待機費用 節減
(iii) 碇泊料	(iii) 海上 및 陸上輸送費 節減
(iv) 野積場專用使用料	(iv) 荷役料 節減
(v) 倉庫使用料	(v) 滯船現象으로 인한 漁獲物 價値下落 방지
(vi) 其他賃貸料	(vi) 待避時 漁船被害額 減少
	(vii) 積載漁獲物 投資額에 對한 利子 節減



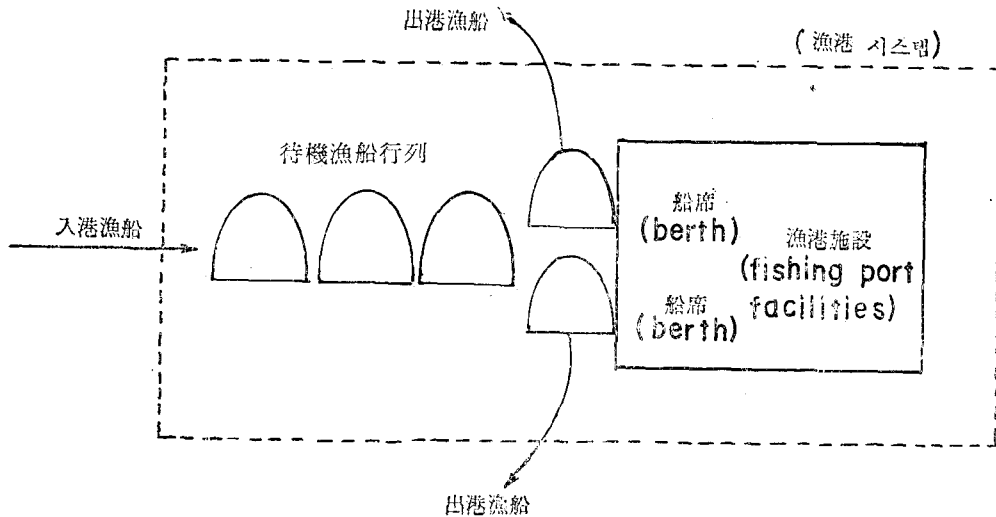
3) 經濟的 便益의 算出方法

(1) 在港費用節減效果(savings in ships' cost in port)

在港費用節減效果는 크게 船席費用節減(savings in ships' cost in berth) 效果와 待機費用節減(savings in ships' waiting time cost) 效果로 나눌 수 있는데 이러한 便益이 發生하는 이유 가운데 가장 重要한 點은 漁港시스템이 待機行列시스템(queueing system)을 이루기 때문이다. 즉 아래 <그림 Ⅲ-2,3>이 이것을 잘 설명해 주고 있다.



<그림 Ⅲ-2> 典型的인 待機行列 시스템(a typical queueing system)



<그림 Ⅲ-3> 單純한 漁港의 待機行列 시스템

이처럼 漁港시스템이 전형적인 待機行列시스템을 이루기 때문에 漁港投資事業計劃에는 반드시 待機行列理論을 적용하여 투자대상이 되는 漁港의 대기행렬시스템 특성을 파악해야 한다. 漁港施設, 즉 船席(berth)이나 하역장비를 늘이면 船席에서의 時間이나 待機時間은 줄어드나, 거기에는 필수적으로 資本費用의 增加를 초래하며, 반대로 船席이나 하역장비 수를 줄이면 漁船의 船席時間이나 待機時間이 늘어나게 된다. 船席時間이나 待機時間이 늘어나면 그만큼 漁船의 在港費用이 늘어나게 된다. 따라서 最適의 해결책은 서비스 제공에 投資하는 費用과 漁船을 대기하게 함으로써 생기는 損失과의 經濟的 均衡을 이루는 데에 있다. 그러나 待機行列理論 自體로는 이러한 문제를 직접적으로 해결해 주지는 못하나, 대기행렬시스템의 다양한 행위 특성을 예측함으로써 위에서 제기한 해결책을 제시하는데 필요한 여러 가지의 참고자료를 제공한다는 점에서 漁港投資事業計劃時에는 반드시 대기행렬 이론을 적용하여야 한다는 것이다.

#### 가. 待機行列시스템의 一般理論

##### 가) 待機行列시스템特性的 표시방법

어떤 待機行列시스템의 행위는 그 대기행렬시스템의 特性에 따라 좌우된다. 일반적으로 대기행렬시스템의 特性을 결정하는 要素로는 다음 6가지를 들 수 있다.<sup>14)</sup>

- (a) 投入要素, 즉 到着間時間의 確率分布(the probability distribution of interarrival times)
- (b) 產出要素, 즉 서비스시간의 確率分布(the probability distribution of service times)
- (c) 서비스 시설의 수
- (d) 서비스를 하는 규칙
- (e) 시스템이 허용하는 최대고객수(서비스中인 고객수+대기중인 고객수)
- (f) 고객의 母集團의 크기(calling source)

Kendall-Lee는 대기행렬시스템(queueing system)을 표시할 때 위의 6가지 각 요소를 다음과 같이 표시하였다. 즉

$$(a/b/c) : (d/e/f)$$

$a \sim f$ 의 特性要因은 각각 다음의 略語로 表現된다.

$a$ 와  $b$  :

$M$ =마아코브 特性을 갖는 到着과 出發의 分布(exponential or Erlang  $k=1$  distribution)

$D$ =도착간시간 혹은 서비스시간이 확정적인 분포(degenerate or Erlang  $k=\infty$  distribution)

$E_k$ =어랑분포(Erlang with shape parameter  $k$ )

$GI$ =到着間時間의 독립적 일반분포(general independent distribution)

$G$ =서비스 시간의 일반분포

$d$  :

$FCFS$ =先着順(first come, first served)

14) 郭秀一·姜錫昊 共著, 生産管理(박영사, 1978. 2), pp. 98~99.

漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

LCFS=到着逆順(last come, first served)

SIRD=임의 순(service in random order)

$c, e, f$ : 一般적으로 有限이면 일정 숫자로, 무한이면  $\infty$ 로 표시한다.

GI, G의 경우는 포아송, 指數, 어량分布이외의 分布特性이 확정되지 않은 모형을 말하나, 앞의 分布들에 대한 一般模型으로도 사용한다.

本 研究에서는 模型의 간편화를 위하여  $d$ 는 FCFS를 적용하며,  $e, f$ 는 無限으로 가정한다. 그래서 表示方法을 (GI/G/C)의 형태를 채택한다. 한편 港灣시스템의 경우는 GI, G가 대개 어량分布를 이루기 때문에 ( $E_m/E_k/C$ ) 형태로 표시하는 것이 一般的이다.

나) 待機行列理論에 사용되는 기호

어항의 待機行列시스템의 狀態를 分析하기 위해서는 여러가지 變數와 母數가 사용된다. 여기서는 本 研究에서 사용하고 있는 몇가지 기호들을 정의해 두기로 한다.

$P_n(t)$ :  $t$ 時點에 시스템內에  $n$ 單位の 漁船이 있을 확률

$L$ : 시스템內의 平均漁船隻數(expected number of fishing boats in queueing system)

$L_q$ : 待機行列內의 平均漁船隻數(expected queue length)

$W$ : 漁船隻數當 시스템 內에서 소비하는 平均時間(expected waiting time in system)

$W_q$ : 漁船隻數當 待機行列 內에서 소비하는 平均時間(expected waiting time in queue)

$\lambda$ : 單位時間當 平均到着率(expected number of arrivals per unit time)

$\mu$ : 單位時間當 平均서비스率(expected number of fishing boats completing service per unit time)

$c$ : 서비스 시설수

$\rho$ : 선석점유율(utilization parameter= $\frac{\lambda}{c\mu}$ )

WRS: 單位漁船別 平均 서비스시간에 對한 平均 待機時間 比率

다)  $L$ 과  $W$ 와의 關係

理論적으로 待機시스템이 安定狀態(steady-state)下에 있다는 가정하에서는  $L$ 과  $W$ 와의 關係는 아래 식으로 表示할 수 있다.

$$L = \lambda \cdot W \quad (\text{다-1})$$

$$= L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$= L_q + c \cdot \rho \quad (\text{다-2})$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (\text{다-3})$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$= \frac{L_q}{\lambda} + \frac{1}{\mu} \quad (\text{다-4})$$

$$\begin{aligned}
 WRS &= \frac{W_q}{1/\mu} \\
 &= L_q \cdot \frac{\mu}{\lambda} \\
 &= \frac{L_q}{c \cdot \rho}
 \end{aligned}
 \tag{다-5}$$

위의 식(다-1~5)에서 볼 때 대기행렬 시스템의 행위에 관한 주요한 정보들 즉  $L$ ,  $W$ ,  $W_q$ ,  $WRS$  등은 모두  $L_q$ 에 관한 함수임을 알 수 있다. 그러므로 어떤 특정 대기행렬시스템의 행태 특성을 파악하는 방법으로 다음의 몇가지 단계를 들 수 있다.

- step 1: 당해 시스템의 投入要素, 즉 到着間時間의 確率分布의 형태를 파악한다.
- step 2: 당해 시스템의 產出要素, 즉 서비스시간의 確率分布의 형태를 파악한다.
- step 3: 서비스 시설수를 파악한다.
- step 4: 위의 3가지 특성이 決定될 경우, 각각의  $\rho$ 에 해당하는  $L_q$ 를 算出한다.
- step 5: step 4에서 산출한  $L_q$ 를 위의 식(다-1~5)에 대입하면 필요로 하는 여러가지 시스템의 행태를 예측할 수 있다.

특히 在港費用節減效果를 구하는데 實際的으로 가장 필요한 정보인 單位漁船別 서비스시간에 대한 待機時間의 比率인  $WRS$ 는  $L_q$ 만 算出되고  $c$ 와  $\rho$ 가 주어지면 바로 推定할 수 있다.

나. 投資事業對象漁港의 시스템 特性分析

대기행렬理論을 適用하여 在港費用節減效果를 推定하기 위해서는 먼저 投資對象 漁港의 시스템 特性 즉, (i) 到着間時間의 確率分布와, (ii) 서비스시간의 確率分布 형태를 파악해야 한다. 本研究에서는 이 두가지 投入要素(input)와 產出要素(output)의 特性을 파악하기 위해 漁港시스템을 크게 入港, 接岸, 離岸, 出港으로 나누어서 分析한다. 그리고 漁港시스템 行爲에 관한 情報를 획득하기 위한 기초자료를 작성 혹은 입수하는 方法으로는 아래와 같은 조사표를 사용하는 것이 편리하다.

<표 Ⅲ-3> 漁 船 活 動 內 譯

船舶번호(i)	入港時刻(A <sub>i</sub> )	接岸時刻(B <sub>i</sub> )	離岸時刻(C <sub>i</sub> )	待機時間(D <sub>i</sub> )	서비스時間(E <sub>i</sub> )
1	0	2	57	2	55
2	25	27	98	2	71
3	45	59	102	14	43
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

가) 到着間時間의 確率分布

一定期間 동안(대개 1年 or 6개월)의 위 <표 Ⅲ-1>과 같은 기록자료를 利用하여 投資對象 漁港의 到着間時間의 確率分布를 分析·推定한다. <표 Ⅲ-1>에서 漁船(i)와 (i+1)의 到着間時間은 아래 식으로 나타낼 수 있다.

$$F_i = A_{i+1} - A_i \tag{가-1}$$

단  $F_i$ : 漁船  $i$ 와  $(i+1)$ 의 到着間時間

식(가-1)에서 구한 到着間時間에 關한 기초자료들을 적절한 階級으로 묶어 정리하여 다음과 같은 到着間時間의 度數分布表를 作成한다.

<표 III-4> 도착시간에 대한 도수분포표

도착간시간계급	실제빈도수
X1-X2	N1
X2-X3	N2
X3-X4	N3

좌측 <표 III-4>과 같은 到着間時間에 關한 度數分布表를 구한 다음에 이것이 어떠한 分布形態를 나타내고 있는 지를 分析해야 한다. 거의 대부분의 港灣시스템(商港, 漁港, 工業港 등)의 到着間時間分布는 經驗적으로 어랑分布를 이루기 때문에 投資對象漁港의 到着間時間分布의 形

態가 어랑분포의 形態母數(shape parameter)가 얼마인가를 決定하는 作業으로 귀착시킬 수 있다. 만약 到着間時間  $T$ 를 確率變數(random variable)로 하고, 이것이 母數(parameter)  $\lambda$ 와  $k$ (양의 정수)의 어랑분포를 취한다고 한다면, 이것의 確率密度函數(probability density function)는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$f_T(t) = \frac{(\lambda \cdot k)^k}{(k-1)!} \cdot t^{k-1} \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \text{ for } t \geq 0 \quad (\text{가-2})$$

위 식에서처럼 어랑분포는 감마분포(gamma distribution)의 일종으로, 이 分布의 平均과 표준편차는 다음과 같다.<sup>15)</sup>

$$\text{평균(mean)} = \frac{1}{\lambda} \quad (\text{가-3})$$

$$\text{표준편차(S.D)} = \frac{1}{\sqrt{k}} \cdot \frac{1}{\lambda} \quad (\text{가-4})$$

그리고 어랑분포의 누적분포함수(cumulative distribution function: CDF)를 구하면 다음과 같다.

$$F_T(b) = \int_0^b f(t) dt = 1 - e^{-\lambda \cdot b} \left[ \sum_{n=1}^k \frac{(\lambda \cdot k)^{k-n}}{(k-n)!} \cdot b^{k-n} \right] \quad (\text{가-5})$$

여기서 投資對象이 되는 漁港시스템의 到着間時間分布를 決定하는 것은 바로  $k$ 를 구하는 것인데, 이 값을 결정하는 과정을 서술하면

(i) 到着間時間의 度數分布表에서 標本의 平均과 표준편차를 구한다.

(ii) 標本의 표준편차(S.D) =  $\frac{1}{\sqrt{k}} \cdot \frac{1}{\lambda}$ 을 이용하여 이 식을 가장 근사적으로 만족시키는 양의 정수  $k$ 를 구한다.

이렇게 해서  $k$ 가 決定되면 당해 어항시스템의 到着間時間의 확률분포 형태는 形態母數(shape

15) Hillier and Liberman, Introduction to Operations Research(3rd edition), Holden-Day, Inc., 1980, pp. 438~439.

parameter)가  $k$ 인 어량분포라고 가정할 수 있다.<sup>16)</sup> 그러나 위에서 설명한 형태모수 결정은 어디까지나 근사적인 방법이므로, 이것은 다시 어량분포의 CDF인 식(가-5)를 이용하여 반드시 統計的檢定, 즉  $x^2$ 에 의한 적합도 검정을 거친 후 확정해야 한다. 만약  $x^2$ 검정에서 기각될 경우 앞의  $k$ 와 가까운 다른 양의 정수를 적용하여 다시 테스트하는 과정을 반복하여,  $x^2$ 검정을 통과하는  $k$ 값을 구하고, 이것을 到着間時間의 확률분포로 결정해야 한다.

나) 써비스시간의 확률분포

앞의 到着間時間의 確率分布模型決定 때와 마찬가지로 앞에서 제시한 <표 Ⅲ-1>에서 漁船  $i$ 의 써비스시간을 다음 식으로 구한다.

$$E_i = C_i - B_i \tag{나-1}$$

단  $E_i$ : 漁船  $i$ 의 써비스시간

$C_i$ : 漁船  $i$ 의 離岸時刻

$B_i$ : 接岸時刻

위 식(나-1)에서 구한 써비스 시간에 관한 기초자료들을 적절한 階級으로 묶어 정리하여 다음과 같은 써비스시간의 度數分布表를 작성한다.

<표 Ⅲ-5> 써비스시간에 관한 도수분포표

써비스시간 계급	실제빈도수
S1-S2	N1
S2-S3	N2
S3-S4	N3
⋮	⋮

써비스시간에 대한 度數分布表를 구한 다음 이것의 구체적인 分布形態를 決定하는 과정은 앞의 到着間時間의 確率分布를 確定하는 과정과 동일하다.

다) 投資對象漁港시스템의 行爲예측

앞의 [가) 到着間時間의 確率分布]와, [나) 써비스시간의 確率分布]에서 投資對象漁港 시스템

의 投入要素와 產出要素의 統計的 確率分布가 결정되면, 대기행렬의 一般理論을 이용하여 漁港시스템의 行爲 즉  $L_q$ ,  $W_q$ ,  $WRS$ 와 같은 것을 예측할 수 있다. 대개의 待機行列시스템의 到着間時間의 確率分布와 써비스시간의 確率分布는 크게 다음 4가지 형태로 나타낼 수 있다.

- (i)  $M/M/C$
- (ii)  $M/E_k/C$
- (iii)  $E_m/M/C$
- (iv)  $E_m/E_k/C$

漁港시스템이 앞에서 언급한 바와 같이 전형적인 待機行列 시스템이라고 한다면 그것의 到着間時間의 確率分布와 써비스시간의 確率分布도 위의 4가지 형태로 분류할 수 있을 것이다. 그러면 위의 各 形態別로 그 시스템의 行爲를 예측할 수 있는 特性值를 算出하는 方法을 살펴보도록 한다. 단,  $L$ ,  $W$ ,  $W_q$ ,  $WRS$ 는 모두  $L_q$ 의 함수로 나타낼 수 있으므로 각 형태별의  $L_q$ 를 算出한 다음, 在港費

16) F. S. Hillier and O. S. Yu, Queueing Tables and Graphs(New York; Elsevier North Holland Inc., 1981), pp. 5~6.

用 節減效果를 계산하는 데 사용되는 WRS를 추정하는 方法을 제시하도록 한다.

(가) M/M/C

이 模型은 어항시스템의 一般模型인  $E_m/E_k/C$ 에서  $k=1, m=1$ 인 모형으로 대기행렬 시스템 中에 서 가장 基本的인 형태이다. 즉 이러한 어항 시스템은 到着間時間分布는 指數分布(즉 Erlang  $K=1$ ), 單位時間當의 到着隻數分布는 포아송(Poisson) 分布를 이루며, 서비스시간분포도 指數分布(즉 Erlang  $K=1$ )를 이루고 있다. 이 模型을 나타내는 어항시스템의  $L_q$ 는 다음 식으로 표시된다.<sup>17)</sup>

$$L_q = \frac{(c \cdot \rho)^c \cdot \rho}{c!(1-\rho)^2} \cdot \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(c \cdot \rho)^n}{n!} \right] + \frac{(c \cdot \rho)^c}{c!(1-\rho)}}$$

$c, \rho$ 에 따른 구체적인  $L_q$ 수치는 <부록-1>에 제시하였다.  $L_q$ 를 이용하여 漁船의 平均 서비스시간에 대한 平均待機時間의 比率인 WRS는 다음 식으로 표시되며, 이 식으로 각  $\rho$ 와  $c$ 에 따른 WRS를 算出한 것이 아래 <표 III-6>이다.

$$WRS = \frac{L_q}{c \cdot \rho} = \frac{c^{c-1} \cdot \rho^c}{c!(1-\rho)^2} \cdot \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(c \cdot \rho)^n}{n!} \right] + \frac{(c \cdot \rho)^c}{c!(1-\rho)}}$$

<표 III-6> M/M/C 模型의 WRS

선석수 점유율	C														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
.050	0.053	0.003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.100	0.111	0.010	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.150	0.176	0.023	0.004	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.200	0.250	0.042	0.010	0.003	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.250	0.333	0.067	0.020	0.007	0.003	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.300	0.429	0.099	0.033	0.013	0.006	0.003	0.001	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.350	0.538	0.140	0.053	0.023	0.011	0.006	0.003	0.002	0.001	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.400	0.667	0.190	0.073	0.033	0.020	0.011	0.006	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.0	0.0	0.0
.450	0.813	0.254	0.113	0.058	0.033	0.020	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
.500	1.0	0.333	0.153	0.087	0.052	0.033	0.022	0.015	0.010	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002
.550	1.222	0.434	0.217	0.126	0.079	0.053	0.037	0.026	0.019	0.014	0.010	0.008	0.006	0.005	0.004
.575	1.353	0.494	0.254	0.151	0.097	0.066	0.047	0.034	0.025	0.019	0.014	0.011	0.009	0.007	0.005
.600	1.500	0.562	0.296	0.179	0.113	0.082	0.059	0.044	0.033	0.025	0.020	0.016	0.012	0.010	0.003
.625	1.567	0.641	0.344	0.213	0.143	0.101	0.074	0.056	0.043	0.034	0.027	0.021	0.017	0.014	0.012

17) Hillier and Liberman, op. cit., pp. 420~421.

수 산 경 영 른 집

.650	1.857	0.732	0.401	0.253	0.173	0.124	0.093	0.071	0.055	0.044	0.035	0.029	0.024	0.020	0.015
.675	2.077	0.837	0.268	0.301	0.209	0.152	0.115	0.090	0.071	0.057	0.047	0.038	0.032	0.027	0.023
.700	2.333	0.951	0.547	0.357	0.252	0.187	0.143	0.113	0.091	0.074	0.061	0.051	0.043	0.037	0.031
.725	2.636	1.103	0.642	0.426	0.305	0.293	0.178	0.142	0.115	0.095	0.080	0.057	0.058	0.049	0.043
.750	3.0	1.236	0.757	0.509	0.369	0.281	0.221	0.178	0.147	0.123	0.104	0.089	0.076	0.066	0.058
.775	3.444	1.504	0.899	0.614	0.451	0.347	0.276	0.225	0.187	0.158	0.135	0.117	0.102	0.039	0.079
.800	4.0	1.778	1.079	0.746	0.554	0.431	0.347	0.286	0.240	0.205	0.176	0.154	0.135	0.119	0.106
.825	4.714	2.131	1.311	0.917	0.543	0.543	0.367	0.311	0.267	0.232	0.204	0.181	0.161	0.143	0.143
.850	5.667	2.604	1.623	1.149	0.373	0.693	0.569	0.477	0.408	0.353	0.310	0.274	0.245	0.220	0.199
.875	7.0	3.257	2.052	1.476	1.132	0.903	0.751	0.635	0.547	0.478	0.422	0.376	0.338	0.305	0.278
.900	9.0	4.263	2.724	1.969	1.525	1.234	1.078	0.877	0.761	0.669	0.594	0.533	0.482	0.439	0.402
.925	12.333	5.926	3.829	2.796	2.185	1.782	1.497	1.235	1.122	0.993	0.838	0.802	0.729	0.658	0.614
.950	19.0	9.256	6.047	4.457	3.511	2.385	2.441	2.110	1.855	1.651	1.486	1.348	1.233	1.134	1.049
.975	33.999	19.252	12.702	9.451	7.504	6.211	5.291	4.002	4.068	3.642	3.295	3.506	2.752	2.553	2.373

(나)  $M/E_k/c$

이것은 一般模型  $E_m/E_k/c$ 에서  $m=1, k>1$ 인 모형으로, 이 경우  $L_q$ 의 근사식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.<sup>18)</sup>

$$L_q \approx \left[ 1 + \frac{1}{12} \left( \frac{k-1}{k+1} \right) (c-1)^{2/3} ((1-\rho) + (1-\rho)^2) \right] \frac{k+1}{2k} L_q(M/M/C)$$

단,  $L_q(M/M/C)$ 는  $M/M/C$ 모형의  $L_q$ 를 의미.  $c, \rho, k$ 에 따른 구체적인  $L_q$ 수치는 <부록-2>에 제시하였음.

(다)  $E_m/M/C$

이것은 漁港시스템  $E_m/E_k/C$ 에서  $k=1, m>1$ 인 모형으로 이 경우  $L_q$ 의 근사식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$L_q \approx \frac{m+1}{2m} L_q(M/M/C)$$

( $c, \rho, m$ 에 따른  $L_q$ 의 구체적인 수치는 <부록-3>을 참조 바람)

(라)  $E_m/E_k/C$

이것은 漁港시스템의 一般模型으로  $m>1, k>1$ 인 模型을 의미하며, 이 경우  $L_q$ 의 근사식은<sup>19)</sup>

$$L_q \approx \frac{k+m}{k(1+m)} \cdot L_q(E_m/M/C)$$

18) F. S. Hillier and F. D. Lo, Tables for Multiple-Server Queueing Systems Involving Erlang Distribution, Technical Report No. 149 (Stanford, California; Stanford University, 1972), p. 14.

19) F. S. Hillier and O. S. Yu, Queueing Tables and Graphs (New York; Elsevier North Holland Inc., 1981), pp. 13~14.



漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

( $c, \rho, m, k$ )에 따른  $L_q$ 의 구체적인 수치는 <부록-4>를 참조 바람)

그리고 아래 <표 II-7>은  $E_2/E_2/C$ 일 경우의 WRS를 나타낸 것이다.

<표 II-7>  $E_2/E_2/C$  模型의 WRS

점유율	선석수	C							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ρ	.10	.02	0	0	0	0	0	0	0
	.15	.03	.01	0	0	0	0	0	0
	.20	.06	.01	0	0	0	0	0	0
	.25	.09	.02	.01	0	0	0	0	0
	.30	.13	.02	.01	0	0	0	0	0
	.35	.17	.03	.02	.01	0	0	0	0
	.40	.24	.06	.02	.01	0	0	0	0
	.45	.30	.09	.04	.02	.01	.01	0	0
	.50	.39	.12	.05	.03	.01	.01	.01	0
	.55	.49	.16	.07	.04	.02	.02	.02	.01
	.60	.63	.22	.11	.06	.04	.03	.02	.01
	.65	.80	.30	.16	.09	.06	.05	.03	.02
	.70	1.04	.41	.23	.14	.10	.07	.05	.04
	.75	1.38	.58	.32	.21	.14	.11	.08	.07
	.80	1.87	.83	.46	.33	.23	.19	.14	.12
	.85	2.80	1.30	.75	.55	.39	.34	.26	.22
.90	4.36	2.00	1.20	.92	.65	.57	.44	.40	

자료 : United Nations, "Port Development"

다. 船席費用節減效果算出

一定期間(어항계획시 one-year rule 사용)에 있어서 投資對象 漁港의 船席(berth)에서 漁船이 서비스 받는 時間 동안 發生하는 總船席費用( $SC_i$ )는  $t$ 기간 處理對象 漁獲量( $P_i$ )과 船席當 一日荷役率( $TPD_i$ ) 및 標準漁船 一隻當 一日 平均在港費用( $B$ )의 함수로 나타낼 수 있다. 즉

$$\begin{aligned}
 SC_i &= f(P_i, TPD_i, B) \\
 &= ST_i \cdot B \\
 &= \frac{P_i}{TPD_i} \cdot B \qquad \qquad \qquad (다-1)
 \end{aligned}$$

단,  $ST_i$  : 船席에서의 總서비스시간

위 식(다-1)에서 볼 때 漁港投資事業으로 漁港의 荷役生産性 즉 船席當 1日 荷役率( $TPD$ )을 제고시킬 수 있다고 한다면 一定年度의 船席費用( $SC_i$ )은 절감시킬 수 있으나 만약 荷役生産性 向上

目的이 아니고 단순히 선석수의 擴充만을 위한 投資計劃일 경우에는 船席費用  $SC_t$ 의 節減效果는 기대할 수 없을 것이다.

反面에 投資事業의 施行으로 漁港의 荷役生産性を 向上시킬 수 있다고 가정한다면, 그 경우 發生하는 船席費用의 節減效果를 해당 투자사업의 經濟的 便益으로 간주한다. 즉 “投資하지 않았을 경우(without case)”의 船席費用과 “投資했을 경우(with case)”의 船席費用의 差를 經濟的 便益으로 보는 것이다. 이것을 計量化하기 위하여 “投資하지 않았을 경우”의 漁港의 船席當 一日 荷役生産性  $TPD_t$ 가 “投資를 했을 경우”의  $TPD'_t$ 로 生産성이 向上되었다고 가정해 보자. 이때 t 기간 동안 發生하는 船席費用 節減效果로 인한 經濟的 便益  $BS_t$ 는

$$\begin{aligned} BS_t &= SC_t(\text{without case}) - SC'_t(\text{with case}) \\ &= \frac{P_t}{TPD_t} \cdot B - \frac{P_t}{TPD'_t} \cdot B \\ &= P_t \cdot B \left( \frac{1}{TPD_t} - \frac{1}{TPD'_t} \right) \end{aligned} \quad (\text{라-2})$$

로 표시할 수 있다. 이때 船席費用 節減效果  $BS_t$ 는 총처리어획량  $P_t$ 와 船席의 荷役生産性  $TPD_t$ 에 의해 決定된다고 볼 수 있다.

#### 라. 待機費用 節減效果

어떤 漁港을 利用하는 一定年度의 總漁船들의 待機費用을 算出해 내기 위해서, 우선 待機時間을 推定할 수 있어야 한다. 一定年度의 推定漁獲量을 處理하는데 所要되는 漁船들의 待機時間은 投資對象의 漁港시스템의 特性(즉 待機行列시스템 中  $E_m/E_k/C$ 의  $m, k, c$ 가 어떠한 구체적인 수치를 가지느냐에 의해 決定됨), 總서비스시간  $ST_t$  및 船席占有率  $\rho_t$ 에 의해 決定된다.

$$\begin{aligned} WT_t &= f(ST_t, m, k, c, \rho_t) \\ &= f(ST_t, WRS_t) \\ &= ST_t \cdot WRS_t \end{aligned} \quad (\text{라-1})$$

그러므로 (라-1)식에서  $WRS_t$ 는 一定年度의 총서비스시간  $ST_t$ 에 대한 總待機時間  $WT_t$ 의 比率로 이것은  $m, k, c$ 가 확정되고, 주어진 期間 동안의 船席占有率  $\rho_t$ 만 계산되면 위의 4가지 要素에 의해 決定된다. 각 어항시스템 형태별  $L_q$ 가 계산되면 다음 식에 의해  $WRS_t$ 는 推定할 수 있다.

$$WRS_t = L_q \cdot \frac{1}{c_t \cdot \rho_t} \quad (\text{라-2})$$

그리고 대기시간  $WT_t$ 에 의한 待機費用  $WTC_t$ 는

$$\begin{aligned} WTC_t &= WT_t \cdot B \\ &= ST_t \cdot WRS_t \cdot B \end{aligned} \quad (\text{라-3})$$

로 나타낼 수 있다.

待機費用이 위 식(라-3)에서처럼 여러 가지 變數들에 의해 決定되므로 待機費用 節減效果는 船席에서의 荷役生産性 向上에만 달려 있는 것이 아니다. 어떤 投資事業計劃이 荷役生産性에는 전혀 영향을 주지 않고 船席(berth)數만을 확장한다고 하더라도 待機費用을 절감할 수 있으며, 漁港運營

女策의 일환으로 荷役運營日數를 늘이기만 하더라도 待機費用을 節減할 수 있다. 왜냐하면 荷役運營日數의 增加는 船席占有率  $\rho_i$ 를 저하시킬 수 있기 때문이다.

이러한 待機費用 節減效果로 인한 經濟的 便益  $BW_i$ 를 推定하는 데에는 다음 식(라-4)가 사용된다.

$$\begin{aligned} BW_i &= ST_i(\text{without case}) \cdot WRS_i(\text{without case}) \cdot B - ST_i'(\text{with case}) \cdot WRS_i'(\text{with case}) \cdot B \\ &= ST_i \cdot B \cdot WRS_i - ST_i' \cdot B \cdot WRS_i' \\ &= SC_i(\text{without case}) \cdot WRS_i - SC_i'(\text{with case}) \cdot WRS_i' \end{aligned} \quad (\text{라-4})$$

위의 식(라-4)에다 앞의 식(다-1)을 대입 시키면

$$\begin{aligned} BW_i &= SC_i(\text{without case}) \cdot WRS_i(\text{without case}) - SC_i'(\text{with case}) \cdot WRS_i'(\text{with case}) \\ &= \frac{P_i}{TPD_i} \cdot B \cdot WRS_i - \frac{P_i}{TPD_i'} \cdot B \cdot WRS_i' \end{aligned} \quad (\text{라-5})$$

待機費用 節減效果로 인한 經濟的 便益을 위 식(라-5)로 推定한다고 할 때, 이것은  $P_i, TPD_i, n, k, c, \rho, B$  등의 여러가지 要因의 복잡한 상호작용에 의해서 決定된다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

#### 다. 在港費用 節減效果

在港費用 節減效果를 크게 (i) 船席에서의 서비스시간 節減으로 인한 船席費用節減과, (ii) 待機時間에 의한 待機費用 節減效果로 나누었다. 그리고 그 各各에 대한 算出方法을 나누어서 살펴 보았으나 여기서는 이것을 綜合한 一定年度의 在港費用 節減效果로 인한 經濟的 便益  $IPC_i$ 의 算出式을 도출해 본다.

$$\begin{aligned} IPC_i &= BS_i + BW_i \\ &= P_i \cdot B \cdot \left[ \frac{1}{TPD_i} - \frac{1}{TPD_i'} \right] + \left[ \frac{P_i}{TPD_i} \cdot B \cdot WRS_i - \frac{P_i}{TPD_i'} \cdot B \cdot WRS_i' \right] \\ &= P_i \cdot B \left[ \frac{1}{TPD_i} - \frac{1}{TPD_i'} + \frac{WRS_i}{TPD_i} - \frac{WRS_i'}{TPD_i'} \right] \\ &= P_i \cdot B \cdot \left[ \frac{1}{TPD_i} \{1 + WRS_i\} - \frac{1}{TPD_i'} \{1 + WRS_i'\} \right] \end{aligned} \quad (\text{마-1})$$

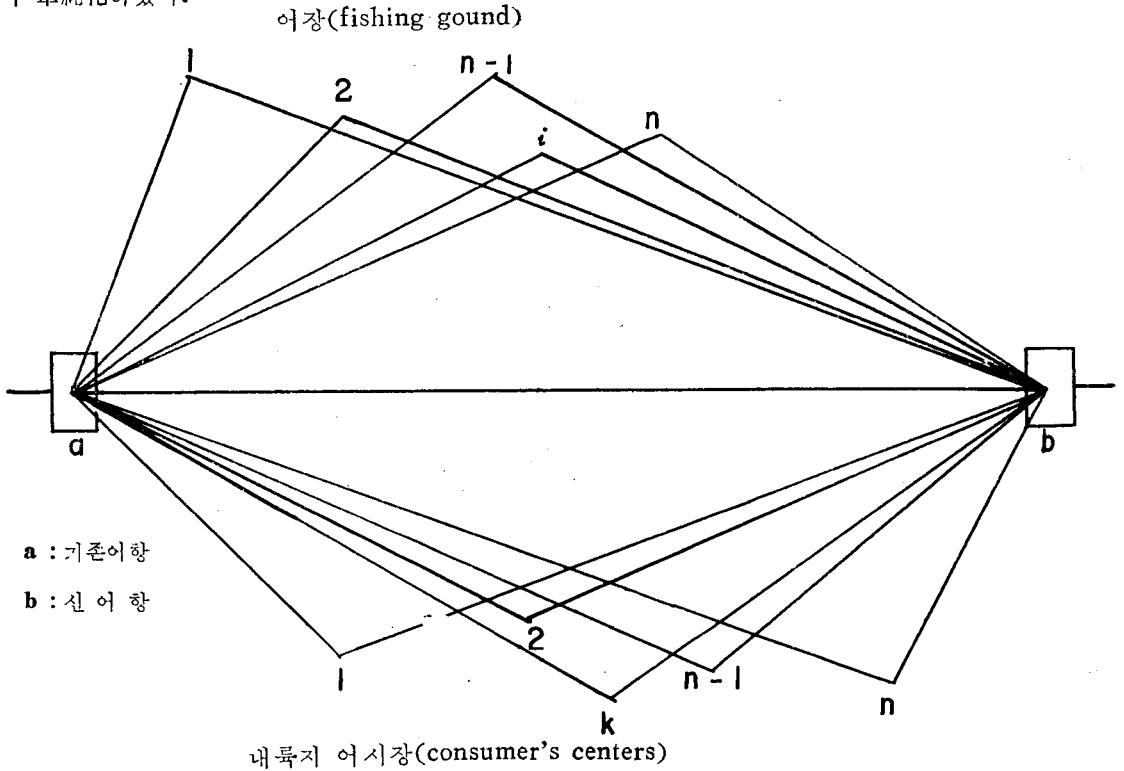
위 식(마-1)이 在港費用 節減效果로 인한 經濟的 便益을 算出하는 最終式이다.

#### (2) 海上 및 陸上輸送費 節減效果

海上 및 陸上輸送費 節減效果는 立地選定이 중요한 선택요인이 될 수 있는 漁港投資事業의 經濟性을 評價하는 경우에 커다란 영향을 줄 수 있는 經濟的 便益이다. 이러한 유형의 便益은 기존어항의 荷役施設의 기계화 혹은 船席數의 擴充 등의 投資事業에서는 거의 큰 영향을 주지 않는다. 그러나 새로운 漁港을 건설할 경우에는, 특히 立地選定問題를 中心으로 한 復數投資事業案 가운데 最適投資案을 선정해야 할 경우에는 各 投資案의 便益 가운데 중요한 比重을 차지할 수 있는 經濟的 便益의 유형에 속한다.

그래서 本 研究에서는 모델의 간편화를 위하여 海上 및 陸上輸送시스템을 다음 <그림 Ⅲ-4>와 같

이 單純化하였다.



〈그림 Ⅱ-4〉 수산물의 해상 및 육상운송시스템

위 그림은 기존어항과 새로운 漁港을 건설하게 될 경우의 海上 및 陸上輸送 네트워크를 도시한 것이다. 새로운 漁港을 건설할 경우 얻게 될 輸送費 節減效果를 算出하기 위해서는 먼저 새로운 漁港을 건설하지 않을 경우(without case)의 總輸送費  $TC_a$ 를 구한 다음, 이것을 새로운 漁港을 건설할 경우(with case)의 總輸送費  $TC_b$ 를 比較하여 그 差額을 계산하여야 한다. 즉 總輸送費 節減效果를 經濟的 便益으로 간주한 것이다. 이 과정을 계량화하면 아래 식으로 나타낼 수 있다.<sup>20)</sup>

$$TC_a = \sum_{i=1}^n X_{ia} \cdot N_i \cdot K_{ia} + \sum_{k=1}^n Y_{ka} \cdot M_k \cdot K_{ka} \quad (2-1)$$

$$TC_b = \sum_{i=1}^n X_{ib} \cdot N_i \cdot K_{ib} + \sum_{k=1}^n Y_{kb} \cdot M_k \cdot K_{kb} \quad (2-2)$$

- 단  $TC_a$  : a 漁港을 이용했을 때의 총수송 비용
- $TC_b$  : b 漁港을 이용했을 때의 총수송비용
- $X_{ia}$  : 漁場  $i$ 로부터 漁港  $a$ 까지의 거리
- $X_{ib}$  : 漁場  $i$ 로부터 漁港  $b$ 까지의 거리

20) J. Lüsich. "Some Aspects of the Choice of Location for Fishing Ports", FAQ, op cit, P76.

漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

$N_i$  : 一定年度의  $i$  漁場에서 어로활동을 하는 漁船隻數

$K_{ia}$  :  $i$  漁場으로부터  $a$  漁港까지의 漁船의 척당·거리당 수송비용

$K_{ib}$  :        "         $b$         "        "        "        "

$Y_{ka}$  : 漁港  $a$ 로부터 內陸地 魚市場  $k$ 까지의 거리

$Y_{kb}$  : 漁港  $b$ 로부터 內陸地 魚市場  $k$ 까지의 거리

$M_k$  : 內陸地 魚市場  $k$ 까지의 輸送漁獲量

$K_{ka}$  : 漁港  $a$ 에서 內陸地 魚市場  $k$ 까지의 단위무게당·거리당 수송비용

$K_{kb}$  : 漁港  $b$ 에서 內陸地 魚市場  $k$ 까지의 단위무게당·거리당 수송비용

위 식(2-1)과 (2-2)에 의해 總輸送費 節減額  $STC$ 는

$$STC = TC_a - TC_b \quad (2-3)$$

으로 추정할 수 있다.

(3) 荷役費用 節減效果

새로운 荷役裝備나 荷役業務시스템을 도입하여 荷役生産性を 向上시켰을 경우 荷役費用 節減效果라는 漁港利用者 便益이 發生한다. 그러나 이것이 어느 정도의 規模인지를 계산하는 것은, 經濟性 評價 課題中에 새로운 使用料 決定을 위한 原價計算 課題가 병행되어 실시되지 않을 경우 거의 불가능하다. 그래서 대개는 개념상으로는 便益으로 간주하나, 아주 복잡한 원가계산 과정이 요구되는 경우에는 便益計算에서 제외시키는 경우가 많다.

만약 原價計算 課題와 병행하여 실시되어 荷役單價에 關한 情報를 충분히 제공받을 수 있을 때에는 다음 식으로 간단히 추정할 수 있다.

$$\begin{aligned} BH_t &= \text{“투자를 하지 않았을 경우”의 總荷役費用} - \text{“투자를 했을 경우”의 總荷役費用} \\ &= HC_t - HC'_t \\ &= P_t \cdot (H_t - H'_t) \end{aligned}$$

단,  $BH_t$  :  $t$ 기간 동안의 荷役費用 節減額

$HC_t$  :  $t$ 기간 동안의 總荷役費(without case)

$HC'_t$  :  $t$ 기간 동안의 總荷役費(with case)

$H_t$  : 單位무게당 荷役費用(without case)

$H'_t$  : 單位 무게당 荷役費用(with case)

(4) 滯船(congestion)으로 인한 漁獲物 價値下落 防止效果

船席數의 부족, 荷役生産性的 低位 및 產地販賣場 施設의 前近代性 등으로 漁船의 滯船이 일어나게 될 경우 만일 아무런 조치를 취하지 않고 그대로 둔다고 하면 必然的으로 漁獲物의 價値는 下落하게 될 것이다. 왜냐하면 水産物은 그 상품의 特性上 강한 부패성을 지니고 있기 때문이다.

그러나 냉동·냉장 기술의 발달로 滯船現象이 일어나더라도 待機時間에 比例하여 그 부패의 정도가 漁獲物의 價値下落에 그대로 반영되지는 않는다. 물론 아무리 냉동·냉장기술이 발달하더라도 어느 정도의 가치 하락은 피할 수 없다하더라도 냉동·냉장기술의 발달 정도에 비례하여 그 價値下

落幅도 점차 축소될 것이다. 그래서 漁業生産者들은 在港時間이 길어지게 되면 자연히 漁獲物의 鮮度維持를 위해 냉동·냉장비용의 支出을 增加시키게 될 것이다. 즉 滯船으로 인해 적재된 漁獲物의 價値下落 現象이 일어나게 될 경우에는 漁業生産者들은 냉동·냉장시설을 설치·가동시키거나 얼음, 소금 등을 사용하여 이것을 防止하려고 노력한다는 것이다. 이렇게 될 때 체선으로 인한 漁獲物 價値下落은 間接적으로 냉동·냉장비용의 支出增加로 나타난다고 볼 수 있다.

그러므로 漁船의 待機現狀과 이로 인한 漁獲物의 가치하락은, 대기현상을 해소시킬 수 있는 “투자를 할 경우” 방지할 수 있으므로 여기에 해당하는 價値增加分은 당해 투자로 인한 經濟的 便益으로 간주할 수 있을 것이다. 그러나 이것을 직접적으로 推定한다는 것은 매우 어려운 課題이다. 그래서 위에서 언급한 바와 같이 체선현상으로 인한 漁獲物 價値下落은 間接적으로 냉동·냉장비용의 支出增加로 나타난다는 論理를 적용하여 “投資를 하지 않았을 경우”에 발생하게 될 냉동·냉장비용과 “投資를 했을 경우”에 發生하리라 예측되는 냉동·냉장비용과의 差異를 이 類型의 經濟的 便益으로 간주하자는 것이다. 즉

$$\Delta V = f(w) \quad (4-1)$$

$$\Delta RC = f(w) \quad (4-2)$$

단,  $\Delta V$  : 漁獲物 單位 무게당 價値減小額

$\Delta RC$  : 漁獲物 單位 무게당 냉동냉장비용 增加額

$w$  : 單位 漁船別 平均在港時間

식(4-1~2)에서

$$\Delta V \approx \Delta RC \quad (4-3)$$

그런데 냉동·냉장비용을 在港費用에 포함시킬 경우, “投資를 했을 경우”의 냉동·냉장비용의 節減效果는 結果적으로 在港費用의 節減效果로 나타날 것이다. 그래서 本 研究에서는 “滯船으로 인한 漁獲物 價値下落 防止效果”로 인해 發生하는 經濟的 便益은 앞에서 算出한 “在港費用 節減效果”로 인한 經濟的 便益에 포함된다고 보고, 이 유형의 便益을 따로 計算하는 데에서 오는 二重計算(double accounting)을 피하는 접근방법을 채택하였다.

(5) 대피시 漁船 피해액 감소효과

漁港의 主要 機能中の 하나가 “대피시 漁船의 安全·보호기능”인데 새로운 漁港投資事業의 結果 대피시 集中可能 漁船數 즉 해당 어항시스템의 最大收用 漁船數가 더욱 늘어날 경우, 해일, 태풍 등의 천재지변으로부터 漁船의 피해를 줄일 수 있다.

그러나 이것을 정확한 화폐액으로 추정한다는 것은 매우 어려운 作業이다. 이 類型의 便益은 대피시 漁船 피해액에 대한 정확한 자료를 입수할 수 있을 경우에는 어느 정도 推定이 可能하나, 그 것이 없을 경우에는 정확한 추정은 불가능하다.

(6) 積載 漁獲物 投資額에 대한 利子節減額(savings in the interest expense of capital tied up in inventory)

船席施設이나 現代的 荷役裝備에 대한 “投資를 했을 경우”에는 總在港時間을 절감시켜 어획물의

漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

流通時間을 그 만큼 단축시킬 수 있을 것이다. 이럴 경우, 漁港利用者는 그 단축된 時間만큼 당해 계획물에 投資한 資本에 대한 利子를 절감할 수 있거나, 혹은 단축된 資本回收期間에 해당하는 收益率을 향유할 수 있을 것이다.

그러나 이러한 利子節減效果가 便益으로 계산되기 위해서는 단축되는 時間이 經濟的으로 影響을 미칠 수 있을 정도로 충분히 커야 한다. 왜냐하면 우리나라 水産物의 경우 流通經路가 상당히 복잡하여 水産經營上의 生産→流通→消費 사이에 상당한 시간의 지연을 피할 수 없기 때문에, 漁港에서 在港時間의 지연은 全體 流通時間에 비해서는 그렇게 큰 비중을 차지하지 않고 있다고 생각된다. 게다가 이 유형의 便益에 대한 算出方法의 一般式을 도출하기 어렵기 때문에 漁獲物 投資額에 대한 固定資本費用의 純節減額 算定은 매우 곤란하다. 그러나 이 便益을 계산해 낼 수 있더라도 經驗的으로 볼 때 이것은 船舶在港費用 節減額에 비하면 아주 적다고 한다.

따라서 이러한 要因 때문에 本 研究에서는 “積載漁獲物 投資에 대한 利子節減額”을 어항투자사업의 經濟的 便益을 計算하는 과정에서 제외시키는 方法을 권하고 싶다.

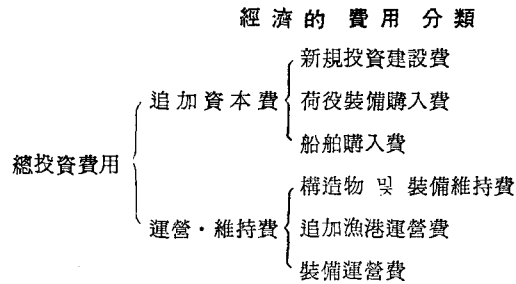
이상으로 諸類型의 經濟的 便益 算出方法을 설명하였는데, 여기에서 잊지 말아야 할 것은 모든 經濟的 便益의 評價基準은 잠재가격(shadow price)에 의해야 하므로 便益의 外資分(foreign exchange component)과 內資分(domestic currency component)를 반드시 구분해야 한다는 것이다.

3. 經濟的 費用(economic costs)의 算出

漁港投資事業의 經濟的 費用은, 投資事業을 施行하게 될 경우 發生하게 될 追加的인 資本費(capital cost)와 運營維持費(operating & maintenance cost)를 의미한다. 이때 實際 推定時에는 市場價格基準이 아니라, 資源의 機會費用을 정확히 반영하기 위해서 잠재가격에 의해 評價하여야 한다.

漁港投資事業의 經濟的 費用은 아래<표Ⅲ-8>와 같이 간단히 분류할 수 있다.

<표Ⅲ-8>



1) 資本費(capital costs) 推定

資本費는 <표Ⅲ-8>에서처럼 新規投資建設費, 荷役裝備購入費, 및 船舶購入費로 나누어진다. 一設的으로 漁港投資事業評價團은 技術工學팀(engineering & technical team)과 經濟分析팀(economic & financial analyst team)으로 구성되며, 實際 資本費 推定은 이 두 팀의 共同作業에 의해서 이루어진다.

資本費 推定時 유의해야 할 점은 經濟的 便益 算出時와 마찬가지로 潛在價格에 의해 評價해야 하

수 산 경 영 른 집

며 그러기 위해서는 資本費 推定額은 年度別로 外資分과 內資分을 반드시 구분하여야 한다.

2) 運營·維持費(operating & maintenance costs) 推定

運營·維持費는 <표 Ⅲ-8>에서처럼 크게 構造物과 裝備維持費, 漁港運營費 및 裝備運營費로 나누는 것이 一般的이나, 漁港運營費의 경우, “투자를 했을 경우”와 “투자를 하지 않았을 경우”를 비교하여 크게 차이가 나지 않아 경제성평가 결과에 심각한 영향을 주지 않는다고 생각될 때에는 계산에서 제외시켜도 무방하다.

漁港投資事業에 포함되는 새로운 構造物에 기인하는 維持補修費와 荷役裝備에 대한 維持費 및 運營費 推定을 위해서는 먼저 해당 資産別 年間 維持補修率과 運營費率을 산정하여야 하는데, 이 比率를 구하는 一定한 理論的인 公式이 주어져 있는 것이 아니므로, 이것은 投資對象漁港과 유사한 지리적 물리적 特性을 지니고 있는 우리나라와 外國의 漁港의 經驗值 등을 참고로 하여 算定하는 수밖에 없다.

$$\text{資産別 年間 維持 運營費} = \text{經濟的 資産價額} \times \text{運營·補修費率}$$

漁港의 維持·運營費率에 대한 資料는 입수할 수 없어, 참고로 商業港의 유사자산에 대한 維持·運營費 資料를 제시한 것이 아래 <표 Ⅲ-9>이다.

<표 Ⅲ-9> 資産群別 維持 및 運營費率

자산항목	구분	내 용 년 수 <sup>1)</sup>	유지보수비율(%) <sup>2)</sup>	운 영 비 율(%) <sup>3)</sup>
방 파 제		50	1.0	
안 벽		50	1.0	
호 안		40	1.0	
준 설			1.0	
입 항 도 로		15	2.0	
부 대 설 비		30	2.0	
등 대		50	2.0	5.0
건 물		40	1.0	
하 역 장 비		15	7.5	5.0
선 박		20	7.5	

주 1), 3) “한국항만 제3단계 개발타당성조사” 참조.

2) “부산항 개발시설의 임대료 및 사용료 산정을 위한 조사연구” 참조

IV. 漁港投資事業의 經濟性評價

1. 經濟性評價方法

앞의 <Ⅲ. 經濟的 便益과 費用의 算出>에서는 투자대상어항에 대한 投資事業案들로부터 기대되는 未來의 기대편익과 비용을 어떻게 측정할 것인가 하는 問題를 다루었다. 그러나 投資案의 기대편익



## 漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

· 비용의 測定 자체만으로 投資決定이 되는 것이 아니라, 이것이 어떠한 의미를 가지고 있느냐를 토해야 한다. 즉 國民經濟的 立場에서 볼 때 資源의 效率的 利用이라는 目的을 만족시키기 위하여 어떤 投資案이 最適投資案인지 혹은 單一投資案일 경우, 그것이 投資의 經濟的 妥當性이 있는 를 分析·評價하여야 한다. 이러한 投資案들의 經濟性分析을 위하여 사용하는 技法을 一般的으로 經濟性 分析方法(methods of economic evaluation)이라고 하며, 다음과 같은 5가지 方法이 많이 用되고 있다.

(i) 平均利益率法(average rate of return method)

(ii) 回收期間法(payback period method)

(iii) B/C比率法(benefit/cost ratio method)

(iv) 内部收益率法(internal rate of return method)

(v) 純現價法(net present value method)

위의 다섯 가지 경제성 평가방법은 나름대로의 장점과 단점을 지니고 있다. 그래서 각방법의 의와 이것이 漁港投資事業 評價方法으로서의 적합성 여부를 간단히 論해 보도록 한다.

### 1) 平均利益率法

(1) 정의 : 평균이익율법은 일명 會計의 利益率法(accounting rate of return method)이라고 하며, 평균이익율은 아래 두가지의 산식에 의해 정의된다.

$$\begin{aligned} \text{a. 平均이익율} &= \frac{\text{연평균순이익(the average annual profit after tax)}}{\text{연평균 투자액(the average investment)}} \\ &= \frac{\text{연평균순이익}}{\text{總投資額}/2} \end{aligned}$$

$$\text{b. 平均이익율} = \frac{\text{연평균 순이익}}{\text{총투자액(the original investment)}}$$

(2) 意思決定基準(acceptance criterion) : 財務分析의 경우, 單一投資案일 때는 투자대상사업의 평균이익율이 企業 自體內에서 決定한 最低限의 必須平均利益率보다 높으면 채택하며, 복수투자안 때에는 가장 높은 平均利益率을 가진 投資案을 선택한다.

(3) 平均이익율법의 장점과 한계 : 평균이익율법은 투자평가시에 예산편성시 使用하는 회계장부의 기초자료를 그대로 사용할 수 있다는 간편성과 또 이해하기가 쉽다는 長點을 가지고 있다. 그러나 이 技法은 화폐의 時間的 價値(time value of money)를 무시하고 있다는 점과 감가상각방법 등 의해 크게 영향을 받는 점이 그 한계로 지적되고 있다. 그래서 財務分析에서도 이 技法을 투자:의 객관적인 평가에 적합하지 못한 것으로 간주한다. 뿐만 아니라 公共投資의 性格을 강하게 띤 漁港投資事業의 經濟性 評價方法으로는 더욱 부적합한 것으로 생각된다.

### 2) 回收期間法

(1) 정의 : 어떤 投資案의 회수기간(payback period)이란 투자에 소요된 모든 비용을 회수하는 소요되는 期間을 意味한다. 이 技法은 各 投資案들의 回收期間을 계산하여, 推定된 回收期間을

기초로 하여 투자에 관한 意思決定을 내리는 방법이다.

(2) 의사결정기준 : 단일투자안일 경우에는 投資對象事業의 회수기간이 투자평가자가 선정한 회수기간보다 짧으면 채택하고, 그렇지 않으면 기각시킨다. 그리고 複數投資案을 고려할 경우에는 가장 짧은 회수기간을 지닌 投資案이 最適投資案으로 선정된다.

(3) 회수기간법의 장점과 限界 : 회수기간법은 투자평가자에게 투자위험성과 그 투자로 인한 波動性에 대한 영향 등에 관한 중요한 情報를 제공해 준다는 장점은 있으나, 한편으로 이 技法은 투자대상을 經濟性 自體에 의해서가 아니라 時間性에 의해 評價한다는 점과, 回收期間後의 현금흐름을 무시함과 동시에 回收期間 內에 있어서도 화폐의 時間的 價値를 무시했다는 점 등 결정적인 短點도 가지고 있다. 그래서 일반적으로 이 기법은 다음에 說明할 現金循環割引法(discounted cash-flow method: DCF method)을 보완하는 보조적인 기법으로 많이 사용되고 있다. 우리나라 어항특자사업의 經濟性을 평가할 때에도 이 기법은 보조기법으로 使用하는 것이 바람직한 評價方案이라고 생각한다.

### 3) B/C比率法(benefit/cost ratio method)

(1)정의 : B/C 비율은 期待便益의 現價의 合을 期待費用의 現價의 合으로 나눈 비율이다.<sup>21)</sup> 즉

$$B/C\text{비율} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+k)^t}}$$

단,  $k$ : 社會的 割引率

$n$ : 漁港施設의 綜合耐用年數

$B_t$ :  $t$ 기간의 기대편익

$C_t$ :  $t$ 기간의 기대비용

(2) 의사결정기준 : B/C 比率은 便益의 現價의 合과 費用의 現價의 合의 比率이므로, 單一投資案의 경우에는 해당투자안의 B/C 比率이 1보다 크면 채택하고, 1보다 적을 경우에는 기각한다. 複數投資案의 경우에는 이 比率이 가장 높은 比率을 나타내는 投資案을 最適投資案으로 선정한다.

이 技法은 화폐의 時間的 價値를 고려한 DCF法의 하나로 理論的으로 매우 妥當性을 지니는 方法이다. 일반적인 公共投資事業의 經濟性 評價方法으로 많이 사용하고 있는 技法이다. 財務分析의 收益性指數法(profitability index method)와 유사한 성격은 지니고 있다.

### 4) 内部收益率法(IRR 法)

(1) 정의 : 내부수익율(internal rate of return : IRR)은 投資를 하여 未來에 豫상되는 期待便益의 現價와 期待費用의 現價를 동일하게 해주는 割引率을 의미한다. 즉 다음 식(4-1)을 만족시키는  $r$ 의 값을 내부수익율(IRR)이라 한다.

21) United Nations, Appraisal of Port Investment, September 1977, p. 20

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (4-1)$$

이 内部收益率로써 投資事業의 經濟性을 평가하는 技法을 内部收益率法(IRR method)라고 한다.

(2) 의사결정기준 : 이 技法에 의하면 투자안의 内部收益率  $r$ 과 社會的割引率  $k$ 를 比較하여  $r$ 이  $k$ 보다 큰 경우에는 投資할 가치가 있다고 판단한다. 복수투자안일 경우에는  $r$ 이 가장 큰 投資案이 最適投資案으로 선정되는 것은 물론이다.

(3) 内部收益率法의 限界 : 内部收益率法은 현금순환할인법中 NPV法과 함께 經濟性 評價時에 가장 많이 이용되고 있는 기법중의 하나이다. 그러나 특히 復數投資案中 最適案을 선정하는 경우에, 内部收益率法을 사용할 때에는 다음과 같은 内部收益率의 限界를 반드시 고려해야 한다.

첫째, 内部收益率法에 의하면 投資로 인해 발생하는 便益은 内部收益率과 같은 收益率로 재투자된다는 가정을 하고 있는데,  $r$ 이 매우 高率인 경우 이것은 너무 낙관적인 판단이라는 점이며, 어떤 경우에는 現實性이 없을 경우도 있다는 것이다.

둘째, 内部收益率法은 비율에 의해 판단하기 때문에 投資規模(scale of investment) 측면을 무시하고 있다는 점이다.

셋째, 어떤 投資案의 경우 즉 혼합투자(mixed investment)에는 内部收益率이 2개 이상 나오는 경우도 있다. 이러한 경우 진정한 투자수익율을 계산하는 것이 매우 복잡한 과정을 요구한다는 점이다.<sup>22)</sup>

#### 5) 純現價法(net present value method)

(1) 정의 : 純現價(NPV)는 투자사업의 결과로 발생하리라 期待되는 미래의 편익을 社會的 割引率( $k$ )로 할인하여 얻은 기대편익의 現價에서 期待費用을 할인하여 얻은 현가를 뺀 것을 의미한다. 이 純現價(NPV)로써 投資事業의 經濟性을 평가하는 기법을 純現價法(NPV method)이라고 정의한다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+k)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+k)^t}$$

단, NPV: 순현재가

(2) 의사결정기준 : 순현재가법에 의해 투자안의 經濟性을 평가할 경우에는 純現價가 0보다 크면 投資할 가치가 있는 것으로 보고, 0보다 작을 경우 경제성이 없는 것으로 간주한다. 復數投資案을 검토할 경우에는 NPV가 가장 큰 투자안이 最適投資案으로 선정된다.

純現價法이 가지는 기본가정은 당해투자로부터 유입되는 便益이 社會的 割引率로 재투자된다는 것인데, 이것은 NPV法이 内部收益率法보다 理論的으로 더욱 우수한 일면으로 지적되고 있다. 뿐만 아니라 純現價法은 理論的인 면에서 같은 현금순환할인법(DCF法)인 内部收益率法이 가지는 또

22) J.C. Van Horne, Financial Management and Policy (sixth edition, Englewood cliffs, N. J.: Prentice Hall, 1983), pp. 113~117.

다른 한계들을 극복할 수 있다는 잇점 즉 投資規模 側面을 고려할 수 있다는 점과 하나의 투자안은 하나의 NPV값만을 가진다는 점 때문에 앞에서 제시한 여러가지 經濟性 評價方法 가운데 가장 권 고할만한 技法이라고 생각한다.

2. 인플레이션하에서의 經濟性 評價

미래의 相異한 시점에서 발생하게 될 期待費用과 便益은 未來價値를 할인하여 現在價値(present value)로 계산한 다음 비교하여야 한다. 인플레이션을 고려하는 경우에도 이 論理는 그대로 성립한다. 社會的 割引率을 결정하고, 이것으로 未來의 期待便益과 費用을 現在價値로 할인할 때 인플레이션 문제를 해결하는 方法으로는 다음 2가지가 있다.

1) 期待便益과 費用의 흐름을 經常價格(current price)으로 표시하는 동시에, 割引率에다 인플레이션을 첨가한 새로운 割引率으로 할인하여 구한 現在價値를 구하여 비교하는 방법이다. 즉 Fisher 效果(Fisher effect)에 의해 社會的 割引率을 인플레이션율에 의해서 조정하는 方法이다.<sup>23)</sup>

$$k_f = k^* + \rho + k^* \cdot \rho$$

$$\approx k^* + \rho$$

단,  $k_f$ : 명목가치로 표시한 사회적 할인율

$k^*$ : 실질 " " "

$\rho$ : 기대인플레이션율(expected weighted average rate of inflation)

이 方法을 사용할 경우에도 만약에 당해투자로 인해 發生하는 便益과 費用이 모두 동일한 인플레이션 비율로 가격이나 가치가 상승한다고 가정할 경우의 조정된 NPV<sub>A</sub>는

$$NPV_A = \sum_{t=0}^n \left[ \frac{B_t(1+\rho)^t}{(1+k_f)^t} - \frac{C_t(1+\rho)^t}{(1+k_f)^t} \right] \quad (2-1)$$

단,  $B_t$ : 불변가격으로 표시된 t기간의 기대편익

$C_t$ : 불변가격으로 표시된 t기간의 기대비용

위의 식(2-1)과 같이 나타낼 수 있다. 그러나 기대편익과 비용이 모두 同一한 比率로 가격상승이 일어나지 않을 경우에는 각각 상이한 인플레이션율을 適用하여야 할 것이다. 즉

$$NPV_A = \sum_{t=0}^n \left[ \frac{B_t(1+\rho_b)^t}{(1+k_f)^t} - \frac{C_t(1+\rho_c)^t}{(1+k_f)^t} \right] \quad (2-2)$$

단,  $\rho_b$ : 기대편익에 예상되는 인플레이션율

$\rho_c$ : 기대비용 " "

2) 기대편익과 비용의 흐름을 不變價格(constant price)로 표시하고, 割引率도 實質價値로 표시한 社會的 割引率(the inflation-free discount rate or real rate of return)을 사용하는 方法이다.

23) J.C. Van Horne, op. cit., p. 128.

漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

1) 약 해당투자로 인해 발생하는 便益과 費用이 모두 동일한 인플레이션 비율로 價格이나 價値가 상승한다고 할 경우의  $NPV_A$ 는

$$NPV_A = \sum_{t=0}^n \left[ \frac{B_t}{(1+k^*)^t} - \frac{C_t}{(1+k^*)^t} \right] \quad (2-3)$$

로 표시할 수 있으며, 이것은 1)의 方法에서 제시한 식(2-1)에서 구한  $NPV_A$ 와 同一한 結果를 가져다 준다.

그러나 便益과 費用이 모두 同一한 比率로 價格上昇이 일어나지 않을 경우에는 식(2-3)을 다음과 같이 조정하여야 한다.<sup>24)</sup>

$$NPV_A = \sum_{t=0}^n \left( \frac{B_t \left(1 + \frac{\rho_b - \rho}{1 + \rho}\right)^t}{(1+k^*)^t} - \frac{C_t \left(1 + \frac{\rho_c - \rho}{1 + \rho}\right)^t}{(1+k^*)^t} \right) \quad (2-4)$$

이와같이 예측되는 經濟狀況에 따라 식(2-1~4)와 같은 조정을 하게 되면 1)번의 方法에 의한 投資評價結果와 2)번의 方法에 의한 投資評價結果는 理論적으로 동일하게 된다.

3. 投資事業時期決定模型

지금까지는 漁港投資事業의 經濟的 便益과 費用을 비교하여 (i) 투자의 가부를 결정하거나 (ii) 여러가지 投資案 中에서 最適投資案을 선택하는 투자평가방법을 고찰하였다.

그러나 위의 두 문제를 해결하였다고 하더라도 그것이 投資時期도 동시에 결정해 주는 것은 아니다. 그래서 여기서는 施設需要를 어떤 일정시기에 반드시 만족시켜야 하는 條件이 존재하지 않을 경우에는 당해투자안을 계획시행 시점에서 투자사업을 수행하는 것이  $NPV$ 를 最大로 할 것인가, 아니면 1년, 2년, 혹은 몇년후로 사업시행을 연기하는 것이 당해투자안의 純現價를 最大로 할 것인가 하는 投資時期決定問題를 다루도록 한다.

1) 一般的 投資時期決定方法

많은 投資事業 評價時에 投資分析家는 이러한 投資時期決定問題를 무시하고, 투자시기를 자의적으로 決定하는 것이 대부분이다. 그러나 어떤 投資案은 그 投資施行時期를 연기함으로써  $NPV$ 가 증가하는 경우도 있으며, 뿐만 아니라 現在는 投資案 評價結果 투자가치가 없다고 판단된 投資案의 경우도 投資施行時期를 몇년 연기함으로써 投資價値가 있다고 판단되는 때도 있다.

一般的 投資時期決定方法을 도출하기 위해 다음과 같은 투자안을 가정한다.

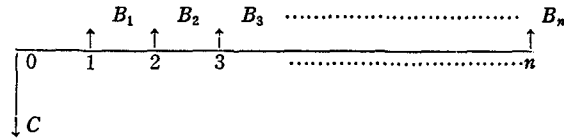
(i) 本投資事業施行 計劃時點을 現在 즉 0時點으로 한다.

(ii) 투자안의 총투자비용은 초기시점에 모두 발생하며 시행시기를 몇년 연기하더라도 일정한 금액인  $C$ 이다.

(iii) 투자안의 綜合耐用年數는  $n$ 年이다.

24) H. L. Beenhakker, Handbook for the Analysis of Capital Investment(Westport, London; Greenwood Press, 1976), pp.97~98.

위의 諸假定들을 時間線(time line)에 표시하면 아래와 같다.



만일 投資施行時期를 1年 연기한다면 初年度 總投資費用 C에 대한 利子費用이 절감될 것이다. 本質的으로 0時點에서 발생될 예정이던 總資本費用 C가 1년후에 발생하게 될 경우 이것의 現價를 구하면  $\left[\frac{C}{(1+k)}\right]$ 가 될 것이며, 이때 투자시행을 1년 연기함으로써 발생하게 되는 절감액을 구하면 다음과 같다.

投資延期로 인한 資本費用節減額(savings in capital cost)

$$= C - \frac{C}{(1+k)}$$

$$= \frac{k \cdot C}{1+k}$$

단,  $k$ : 社會的 割引率(SDR)

한편 經濟的 便益 側面을 살펴보면 투자시행계획을 1년 연기함으로써 1년 후에 發生하리라고 기대했던  $B_1$ 의 經濟的 便益을 잃어버리게 된다. 이것을 現價로 표시할 경우는  $\frac{B_1}{(1+k)}$ 이 된다. 그런데 가정에서 投資案의 綜合耐用年數가  $n$ 年이기 때문에 1년을 연기 하게 될 경우  $(n+1)$  年度의 經濟的 便益  $B_{n+1}$ 을 附加적으로 얻게 될 것이며, 現價로는  $\frac{B_{n+1}}{(1+k)^{n+1}}$  이다.

그러므로 투자시행시기를 1년 연기함으로써 얻게 될 純經濟的 便益(the overall net gains from postponement)을  $NG(1)$ 이라고 할 때

$$NG(1) = [\text{연기로 인한 附加적 편익}] - [\text{연기로 인한 편익의 감소}]$$

$$= \left[ \frac{k \cdot C}{(1+k)} + \frac{B_{n+1}}{(1+k)^{n+1}} \right] - \left[ \frac{B_1}{(1+k)} \right] \quad (3-1)$$

이러한 논리과정으로  $NG(2)$ ,  $NG(3)$ , ...  $NG(n)$ 을 계산하여 이중  $NG(t)$ 가 最大値를 가지는 그 時點  $t$ 를 당해투자안 施行의 最適時期로 간주할 수 있을 것이다. 즉 이 時點에 投資事業을 시행할 경우 投資案의 NPV가 最大로 된다는 것이다.<sup>25)</sup>

## 2) 初期收益率法(FYRR method)에 의한 投資 時期 決定方法

위의 一般적 投資時期決定方法은  $NG(1)$ ,  $NG(2)$ , ...  $NG(n)$ 을 모두 구하여, 그중 最大값을 가지는  $NG(t)$ 를 구해야 하는 매우 복잡한 과정을 거쳐야 한다. 그래서 이 복잡한 과정에 내포된 經濟的 意味를 모두 반영할 수 있을 뿐만 아니라, 그것을 간단히 판단하는 方法을 고안한 것이 初期收益

25) D.W. Pearce and C.A. Nash, The Social Appraisal of Projects(London; Macmillan Press LTD, 1981), pp.56~57.

率法(first-year rate of return: *FYRR* method)이다.

위 식(3-1)은 投資施行時期를 1년 연기함으로써 얻게 되는 부가적 純經濟的 便益(혹은 費用) 이다. 식 (3-1)의 두번째 항  $\frac{B_{n+1}}{(1+k)^{n+1}}$ 은 내용연수  $n$ 이 길면 갈수록 아주 적은 값을 가지게 될 것이다. 만약 이것이 무시할 정도로 작다고 가정할 경우 식 (3-1)은 다음과 같이 단순화할 수 있다.

$$NG(1) = \frac{k \cdot C}{(1+k)} - \frac{B_1}{(1+k)} \quad (3-2)$$

그러므로 식 (3-2)에 의하여 1년 연기할 것인지 아닌지를 판단할 수 있다.

$$NG(1) = \frac{k \cdot C}{(1+k)} - \frac{B_1}{(1+k)} > 0 \quad (3-3)$$

$$NG(1) = \frac{k \cdot C}{(1+k)} - \frac{B_1}{(1+k)} < 0 \quad (3-4)$$

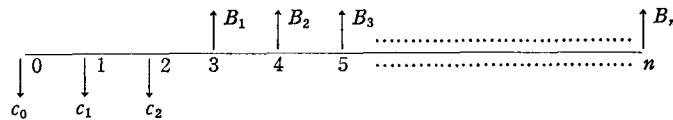
만약 식 (3-3)이 성립한다면 1년 연기 함으로써 *NPV*를 본래의 경우보다 올릴 수 있을 것이며, 식 (3-4)가 성립하게 될 경우에는 1년 연기하게 될 경우 본래의 경우보다 *NPV*가 감소할 것이다. 그래서 식(3-3)을 정리하면

$$\begin{aligned} \frac{k \cdot C}{(1+k)} - \frac{B_1}{(1+k)} > 0 \\ \frac{B_1}{C} < k \end{aligned} \quad (3-5)$$

위 식 (3-5)의 좌변을 初年度 收益率(*FYRR*)이라고 정의하며, 식 (3-5)를 初年度 收益率法에 의한 投資時期決定基準(first-year rate of return condition)이라고 한다. 즉 식 (3-4)처럼 初年度 收益率(*FYRR*)이 사회적 할인율보다 크면 본래 투자시행계획 시점인 0時點에 투자하는 것이 合理的이며, 반대의 경우는 投資施行을 1년 연기하는 것이 國民經濟的 立場에서 볼 때 더욱 效率的이라는 의미이다.

위와같이 간단한 便益-費用의 흐름일 경우에는 初期收益率이 쉽게 계산되지만 아래와 같은 다양한 便益費用의 흐름을 가정할 경우에는 초기수익을 계산이 약간 복잡해진다. 그래서 이러한 경우의 初期收益率에 의한 投資時期決定方法을 예를 들어 도출하도록 하자.

A. 본래의 投資計劃에 의한 便益費用 흐름



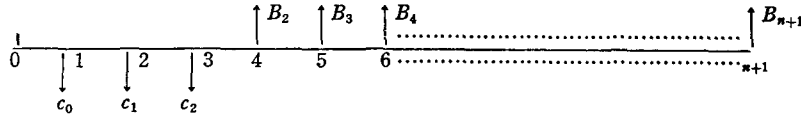
이때의 初期收益率은 어항 운영으로 얻게 되리라 예상되는 初年度 便益을 당해 투자사업으로 인해 發生하는 모든 初期資本費用들을 投資事業施行 結果 어항을 운영하여 便益이 발생하기 시작하는 개시년도의 前年度를 기준으로 구한 증가(terminal value)로 나눈 比率로 정의한다. 즉 0時點의 初年度 收益率(*FYRR*<sub>0</sub>)은 다음 식(3-6)으로 정의된다.

$$FYRR_0 = \frac{B_1}{c_0(1+k)^2 + c_1(1+k) + c_2} \quad (3-6)$$

의사결정기준은

- (i) 만약  $FYRR_0 > k$  경우에는 본계획대로 시행하는 것이 가장 NPV를 最大로 할 수 있으며
- (ii) 반대로  $FYRR_0 < k$  경우에는 1년 연기하는 것이 본래 施行計劃보다 NPV를 높일 수 있다는 것이다.

B. 1년 연기를 決定한 후의 便益費用흐름



1년 연기한 경우의 初年度 收益率( $FYRR_1$ )은 同一한 論理로 다음 식(3-7)로 정의된다.

$$FYRR_1 = \frac{B_2}{c_0(1+k)^2 + c_1(1+k) + c_2} \quad (3-7)$$

이때의 意思決定基準도

- (i) 만약  $FYRR_1 > k$  경우에는 1년만 연기하는 것이 NPV를 最大로 할 수 있으며
- (ii) 반대로  $FYRR_1 < k$  경우에는 1년 더 연기하는 것이, 즉 본래의 시행계획보다 2년후로 연기하는 것이 1년 연기하는 것보다 NPV를 높일 수 있다는 것이다.

이러한 과정을 연속적으로 수행하여  $t$ 년 연기할 경우의 初年度 收益率( $FYRR_t$ )이 사회적 할인율  $k$ 보다 크다는 것이 판명될 때 그 時點이 우리가 찾고자 하는 最適投資時點이라는 것이 初年度收益率法의 基本概念이다.<sup>26)</sup>

#### 4. 漁港投資事業의 危險分析

現實的으로 어떠한 投資案에 대한 經濟性評價는 필연적으로 미래에 발생하게 될 상황을 예측하는 過程을 거쳐야 한다. 미래에 發生할 상황을 精確하게 예측할 수 있는 能力을 지닌 投資計劃立案者나 評價者가 있다면 이들에게는 投資案의 危險分析은 불필요한 과제일 것이다. 그러나 現實의 世界에서는 이러한 全知全能한 評價者는 존재하지 않기 때문에 언제나 危險(risk)과 不確實性(uncertainty)하에서 投資決定을 하지 않으면 안된다.

投資의 經濟性 評價時 이러한 投資危險을 分析하는 것을 危險分析(risk-analysis)라고 하며, 危險分析方法은 크게 다음 3가지로 分類한다.

- (i) 傳統的 危險分析方法
- (ii) 統計的 危險分析方法
- (iii) 시뮬레이션 危險分析方法

統計的 危險分析方法和 시뮬레이션 分析方法是 그 기법자체가 가지고 있는 理論的 妥當性에 대해서는 아무도 否認할 수 없을 정도로 精巧하고 合理的이다. 그러나 이 技法들에 의한 危險分析은 實

26) United Nations, Appraisal of Port Investment, 1976, pp.31~35.



務的으로 적용하기에는 아직까지 여러가지 難點이 있다. 특히 統計的方法和 시뮬레이션에 의한 危險分析方法 모두 이 技法들을 적용하기 위해서는 반드시 未來의 便益과 費用에 대한 確率分布를 정확히 알고 있어야 한다는 前提條件이 있는데, 실제로 여기에는 確率의 賦課(probability assignment)와 구체적인 確率分布의 形態決定 및 各時點의 便益과 費用간의 상관관계 分析등의 問題가 뒤따르며<sup>27)</sup> 이것을 정확하게 客觀的으로 決定할 수 있는 理論的인 技法이 현재로서는 開發되지 못하고 있다. 만약 과거에 발생했던 狀況이 未來에도 그대로 再現된다는 보장이 있는 投資일 경우에는 과거의 經驗者들에 의해 客觀적인 확률분포를 예견할 수 있겠지만, 변화가 극심한 현실의 經濟상황에서 이러한 요행을 바란다는 것은 거의 불가능하다.

그러므로 어항 投資決定의 危險分析方法으로 실무에 적용이 가능하고 이해하기 쉬운 전통적 위험 분석方法을 들 수 있다.

1) 전통적 위험분석방법의 종류

投資의 經濟性 評價에 있어서 전통적인 위험분석에는 여러가지가 있다. 그중에서 일반적으로 많이 사용되고 있는 몇가지 전통적인 위험분석방법을 소개하면 다음과 같은 것들을 들 수 있다.<sup>28)</sup>

- (i) 資本回收期間法(payback method)
- (ii) 危險調整割引率法(risk-adjusted discount rate method)
- (iii) 確實性等價係數法(certainty-equivalent coefficient method)
- (iv) 感應度分析(sensitivity analysis)

本研究에서는 위에서 제시한 4가지 방법중에서도 가장 중요하다고 생각되는 感應度分析(sensitivity analysis)을 中心으로 위험분석의 의미를 살펴보도록 한다.

2) 感應度分析(sensitivity analysis)

感應度分析이란 일정투자안의 *NVP* 또는 *IRR*에 영향을 줄 수 있는 여러가지의 投入變數(input variable)가 일정한 폭만큼 변화가 일어날 것이라고 가정을 했을 때 해당투자안의 *NPV*가 이 投入要素의 일정변화에 대해 얼마만큼 변화할 것인가하는 感度를 분석하는 것을 의미한다. 그래서 感應度分析을 일명 "what if" 분석이라고도 한다.<sup>29)</sup>

어항투자사업안의 *NPV*나 *IRR*에 영향을 줄 수 있는 주요한 투입변수(input variable)로는 일반적으로 다음 변수들을 들 수 있을 것이다.

- (i) 揚陸漁獲量
- (ii) 事業費用
- (iii) 船席數 및 荷役生産性
- (iv) 社會的 割引率

27) 池清, 現代財務管理論(무역경영사, 1982), p. 284.

28) 池清, op. cit., p. 273.

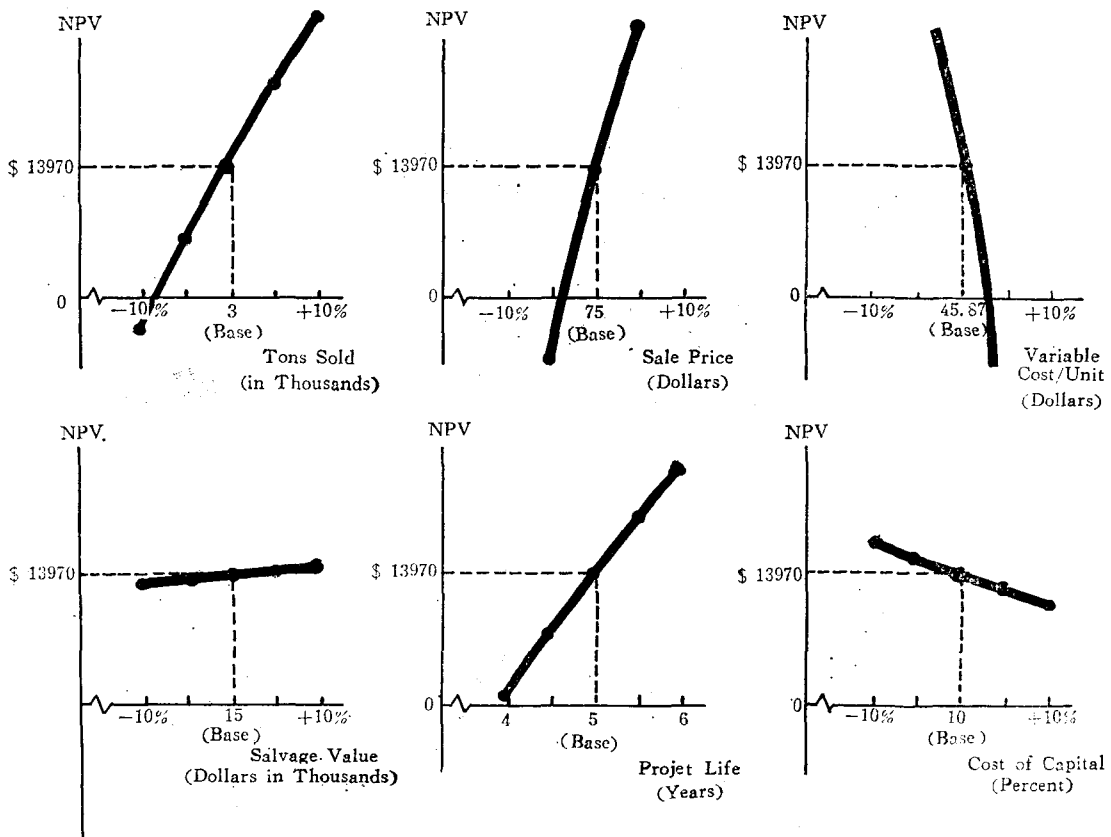
29) E. F. Brigham, Fundamentals of Financial Management (Hinsdale, Illinois, the Dryden Press, 1980), pp. 326~328

<표 IV-1>

感應度分析表(事例)

의사결정기준		B/C비율	NPV	IRR
투입변수				
기본투자안(base case)		1.5	46.4(百萬\$)	17.0(%)
사 업 비	10% 상승	1.2	35.6	12.0
	10% 하강	1.9	57.2	20.0
양 록 어 획 량	5% 상승	1.7	50.8	19.7
	5% 하강	1.2	35.6	15.1
사회적할인율 <sup>1)</sup>	15%	1.3	40.8	17.0
	18%	0.8	-3.5	17.0
면역귀속비율 <sup>2)</sup>	75%	1.1	7.3	14.2
	50%	0.7	-8.2	11.5

주 : 1) 사례의 기본투자안의 사회적할인율은 13% 사용  
 2) 사례의 기본투자안의 자국귀속비율은 100% 사용



<그림 IV-1> 感應度 그래프(事例)<sup>30)</sup>

30) E. F. Brigham, op. cit., p. 329.

(v) 國家間的 편익배분 (단, 국제적인 어항일 경우)

감응도분석기법을 사용할 경우에는 반드시 基本投資案(base case)을 가정하고, 위에서 제시한 主要變數들이 10% 혹은 20% 上昇 혹은 下落하였을 경우 基本投資案의 NPV 혹은 IRR이 어떻게 변할 것인가를 分析한다. 이러한 감응도 분석결과를 表로 나타낸 것이 感應度分析表이며, 그림으로 나타낸 것이 感應度分析 그래프이다. 앞의 <표 IV-1>과 <그림 IV-1>는 이들의 예를 간단히 提示한 것이다.

감응도그래프에서 危險의 정도는 그래프상에 나타낸 投入變數의 一定變化에 대한 基本計劃案의 NPV의 變化率 즉 기울기에 의해 판단할 수 있다. 즉 기울기가 급할수록 더욱 危險性이 크다는 것을 의미한다.

이제까지 論한 感應度分析技法은 危險 및 不確實性하의 投資決定時 危險分析에서 實務에 종사하는 投資評價者들이 가장 많이 利用하는 方法으로, 특히 우리나라 商港 및 工業港의 投資經濟性 評價時에 거의 대부분이 이방법에 의해 危險分析을 시도하였다. 感應度分析方法은 分析技法 자체가 간단하며, 實務的으로 利用하는 데에도 큰무리가 없으며, 理論的으로도 비교적 타당성을 가지므로 어 항투자자의 經濟性分析에 있어서도 危險分析技法으로는 이 感應度分析方法을 사용하는 것이 合理的이라고 생각한다.

## V. 漁港施設規模의 最適化 決定模型

漁港投資事業計劃時에 投資 立案者와 評價者가 부딪치는 가장 어려운 문제의 하나가 漁港施設規模의 適正化를 결정하는 것이다. 앞의 <Ⅲ. 經濟的 便益과 費用 算出>에서 待機行列理論에 의해서 어항시스템의 행위를 豫測하는 방법에 관한 이론적 背景을 간단히 언급하였으나, 이것은 어디까지나 어항시스템의 행위에 관한 情報만을 제공할 뿐 待機行列理論 그 自體만으로는 漁港施設規模의 最適化문제를 解決해 주지는 못한다.

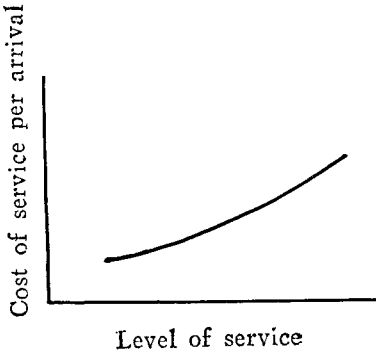
그래서 이 章에서는 여러가지 漁港施設 중 가장 중요한 船席數와 荷役率만을 對象으로 하여 最適船席數(the optimal number of berths)와 荷役率을 결정하는 이론적 모형을 간단히 제시하도록 한다.

### 1. 最適施設規模의 정의

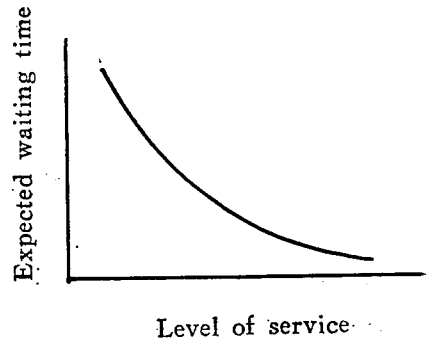
船席數와 荷役率에 관한 意思決定時에 관계되는 費用은 여러가지 經濟的·非經濟的 費用을 들 수 있으나 여기서는 간단히 다음의 重要한 두 費用要素만을 考慮한다.

(i) 船席數 및 荷役率의 증가를 위해 소요되는 資本費 및 이의 유지·운영비 :  $E(SC)$

이 비용과 서비스 水準(level of service)과의 관계를 간단히 도시하면 다음 <그림 V-1>과 같다. 이 그림에서 볼 때 서비스수준이 향상 될수록(즉, 船席數 및 현대화된 荷役裝備數 增加), 漁船隻 當 서비스 비용은 증가함을 알 수 있다.



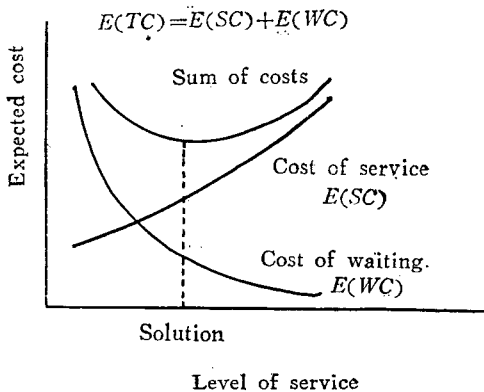
<그림 V-1> 서비스비용과 서비스수준과의 관계



<그림 V-2> 재항비용과 서비스수준과의 관계

(ii) 在港時間(船席에서의 서비스 時間과 待機時間) 동안 발생하는 어선의 在港費用:  $E(WC)$  在港費用과 서비스 水準의 關係를 도시한 것이 위 <그림 V-2>이다.

위의 <그림 V-1>과 <그림 V-2>를 볼때 港漁規模를 확대하게 되면 즉 어항의 서비스 수준(level of service)을 向上시키게되면 船席數 및 荷役率 提高를 위한 資本費와 이의 維持 運營費(the expected cost of service:  $E(SC)$ )가 증가하는 반면에 어선의 在港費用(the expected cost of waiting:  $E(WC)$ )은 오히려 감소하게 될 것이다. 이 關係를 복합적으로 도시한 것이 아래 <그림 V-3>이다.



<그림 V-3> 총비용과 서비스수준과의 관계

<그림 V-3>을 참고로 해 볼때 만약 在港費用(cost of waiting)에 대한 基礎資料를 入手할 수 있거나 혹은 추정할 수 있다고 한다면, 漁港最適規模는 어느 정도 단순화된 모델에 의해 분석·결정할 수 있다. 즉 漁港規模最適化는 <그림 V-3>에서 처럼 서비스 費用  $E(SC)$ 와 在港費用  $E(WC)$ 의 합인 總費用  $E(TC)$ 를 最小化(Minimize)할 수 있는 서비스 수준 즉 船席數( $C$ )와 荷役率( $\mu$ )를 결정하는 문제로 귀착시킬 수 있는 것이다. 이 개념을 數學的 모델로 만들기 위하여 우선 간

단한 目的函數부터 設定해 나가도록 한다.<sup>31)</sup>

$$\text{Minimize } E(TC) = E(WC) + E(SC)$$

본연구에서는 위의 目的函數式을 만족시킬 수 있는 船席數( $C$ )와 荷役率( $\mu$ )을 最適船席數와 荷役率로 정의한다.

## 2. 在港費用 函數의 設定(formulation of waiting-cost function)

在港費用 函數  $E(WC)$ 를 數學的 模型으로 만들기 위해서는 在港費用이 어항시스템의 行위에 따라

31) Hillier and Lieberman, Introduction to Operations Research(San Francisco ; Holden-Day, Inc., 1980), pp.461~466

서 어떻게 반응하는가를 설명할 수 있는 在港費用 函數(waiting-cost function)를 설명하는 것이 필요하다. 일반적인 어항의 待機行列 시스템에서 在港費用을 결정하는 가장 중요한 요소 가운데 하나로 시스템 內에 碇泊하고 있는 漁船數  $N$ 을 들 수 있다. 그래서 주어진 시간내에 발생하게 될 期待在港費用은 다음 函數式으로 표시할 수 있다.

$$E(WC) = E\{g(N)\} \quad (2-1)$$

그리고  $g(N)$ 은 다음 식에 의해  $N$ 에 따른 費用 計算을 할 수 있다.

$$g(N) = B \cdot N \quad (2-2)$$

단,  $B$ : 어선 1척당 1일 平均 在港費用

$$\text{그러므로 } E(WC) = \sum_{n=0}^{\infty} g(n) \cdot P_n$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} B \cdot n \cdot P_n$$

$$= B \cdot \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P_n$$

$$= B \cdot L \quad (2-3)$$

식 (2-3)에 의해서 분석해 볼 때  $E(WC)$ 는 결국  $L$ 의 函數이다.  $L$ 은 該當漁港이 취급한 揚陸 漁獲量의 豫測이 되어 있다는 假定下 ( $\lambda$ 가 주어졌다는 가정하)에서는 어항시스템의 投入要素, 산출요소, 船席數( $C$ ) 및 荷役率( $\mu$ )에 의해 산출되기 때문에, 투입요소 즉 到着間時間分布와 產出要素 즉 서비스시간분포가 분석·파악되면  $L$ 은 船席數( $C$ )와 荷役率( $\mu$ )에 의해서 결정된다. 즉

$$\begin{aligned} E(WC) &= B \cdot L \\ &= B \cdot f(C, \mu) \end{aligned} \quad (2-4)$$

### 3. 서비스費用函數의 設定(formulation of service cost functions)

본연구에서는 漁港의 서비스 수준(level of service)를 船席數( $C$ )와 荷役生産性( $\mu$ )로 定義하였다. 이때  $\mu$ 는 荷役裝備의 種類와 數(type and quantity)에 의해 달라질 수 있기 때문에  $\mu$ 는 본질적으로 連續的인(continuous) 特性을 지니고 있다. 그러나 실제 最適漁港規模를 決定하는 문제에 있어서는 가능한 몇가지  $\mu$ 를 選定하여 테스트하는 方法을 주로 使用하고 있다.

서비스비용함수를 設定하기 위해 다음과 같은 用語의 定義와 假定을 먼저 제시한다.

<定義>

$f(\mu)$ : 단위시간당 平均 서비스隻數  $\mu = \mu_k$ 일 경우

單位時間當 · 施設當 發生하는 限界서비스費用

決定변수:  $\mu, C$

<假定>

$\lambda, f(\mu), A \ni \mu$ 는 주어진 것으로 가정 [ $A = \{\mu_k | \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n\}$ ]

위의 定義와 假定하에서 서비스費用函數는 다음 식 (3-1)로 표시할 수 있다.<sup>32)</sup>

$$E(SC) = C \cdot f(\mu) \quad (3-1)$$

#### 4. 最適規模決定

##### 1) E(TC)函數設定

[2. 在港費用函數의 設定]에서의 식(2-3)과 (2-4), [3. 서비스費用函數의 設定]에서의 식(3-1)에 의해서 아래 總費用 E(TC)函數를 設定할 수 있을 것이다.

$$\begin{aligned} E(TC) &= E(WC) + E(SC) \\ &= B \cdot L + C \cdot f(\mu) \quad [\text{단 } L = f(C, \mu)] \end{aligned} \quad (4-1)$$

總費用 E(TC)函數式 (4-1)은 두 決定變數 즉 船席數(C)와 荷役率(μ)를 가지고 있다는 사실을 알 수 있다. 그러므로 總費用 E(TC)를 最小化하는 最適漁港規模를 決定하기 위해서는 E(TC)를 最小化하는 C와 μ를 구해야 한다. 즉

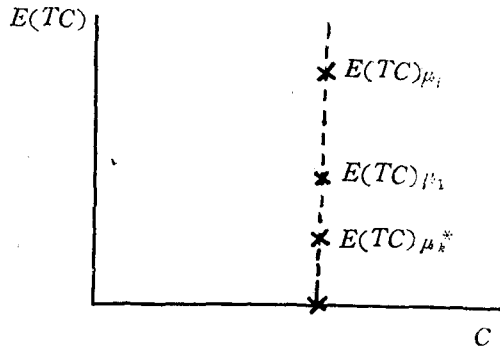
$$\begin{aligned} \text{Minimize } E(TC) &= B \cdot L + C \cdot f(\mu) \\ \text{subject to } \mu &\in A \end{aligned} \quad (4-2)$$

##### 2) 最適規模決定方法

漁港의 最適規模決定은 最終的으로 C와 μ를 決定하는 問題로 歸着시킬 수 있는데, C와 μ는 그 性格上 두 變數의 組合에 의해 여러가지 경우를 假想해 볼 수 있다. 그러므로 그것을 몇가지로 나누어 고찰해 보도록 하자.

(1) C가 固定, μ의 可能數值가 制限的인 경우  
이 경우는 아래 <그림 V-4>로 설명할 수 있다.

이 때는 C가 固定的이기 때문에, 可能한 μ를 모두 E(TC)函數式 (4-1)에 代入하여 그 結果를 圖示할 수 있다. 이 그림에 의해 간단히 最適荷役率를 決定할 수 있다. 즉 <그림 V-4>의 경우는 μ<sub>k</sub>\*의 荷役率과 船席數 C가 最適漁港規模가 되는 것이다.



<그림 V-4> C가 固定, μ의 可能數值가 制限的인 경우의 最適規模

(2) C가 固定的이 아니며, μ의 可能數值가 制限的인 경우.

이 경우는 一般的으로 다음 두 段階에 의해 最適船席數 (C)와 最適荷役率 (μ)을 決定한다.

Step 1.

32) Hillier and Lieberman, op. cit., pp. 466~472.

漁港投資事業의 經濟性評價에 關한 研究

$\mu = \mu_k (k=1, 2 \dots n)$ 라 두고 각  $\mu_k$ 에 대해  $E(TC)$ 를 最小化하게 하는  $C$  값을 구한다. 즉

(i)  $\mu = \mu_1$ 일 경우

$E(TC)$ 를 最小化시키는  $C$ 의 값을 구한다. 결과  $C_1$ 이라 하면 이때의  $E(TC_1)$ 은

$$E(TC_1) = B \cdot L(\mu = \mu_1, C = C_1) + C_1 \cdot f(\mu_1)$$

(ii)  $\mu = \mu_2$ 일 경우

$E(TC)$ 를 最小化시키는  $C$ 의 값을 구하여  $C_2$ 라 하면 이때의  $E(TC_2)$ 은

$$E(TC_2) = B \cdot L(\mu = \mu_2, C = C_2) + C_2 \cdot f(\mu_2)$$

(n)  $\mu = \mu_n$ 일 경우

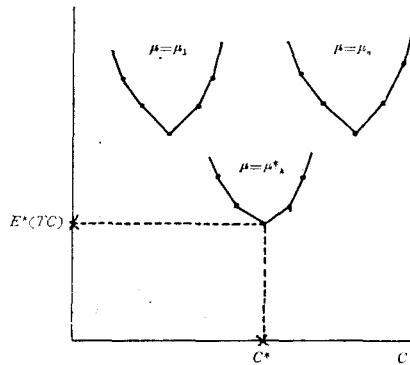
$E(TC)$ 를 最小化시키는  $C$ 의 값을 구하여  $C_n$ 이라 하면 이때의  $E(TC_n)$ 은

$$E(TC_n) = B \cdot L(\mu = \mu_n, C = C_n) + C_n \cdot f(\mu_n)$$

Step 2.

각각의  $\mu_k$ 와  $C_k$ 에서 구한  $E(TC_k)$ 를 比較하여 이 중 最小值를 나타내는  $E(TC_k)$ 를 구한다. 이때 最小의 總費用  $E(TC_k)$ 를 實現시키는  $\mu_k$ 와  $C_k$ 가 漁港의 最適規模인 것이다.

Step 1. 과 Step 2. 를 그림으로 圖示하면 아래 <그림 V-5>와 같다.<sup>33)</sup>



그림에서 最小總費用  $E^*(TC)$ 를 만족시키는  $\mu_k^*$ ,  $C^*$ 가 最適漁港規模인 것이다. 漁港投資事業 計劃時 이 경우가 가장 현실에 가깝기 때문에 가장 많이 利用되는 모델의 하나이다.

(3)  $C$ 가 固定的이 아니며,  $\mu$ 의 可能數值가 無限인 경우

이 경우는 (2)와 마찬가지로 2段階接近法을 使用하여야 하나, 다음의 假定을 만족시키는 경우에

<그림 V-5>  $\mu$ 의 가능수치가 제한적일 경우의 최적규모 만 最適解를 구할 수 있다. 즉  $E(WC)$ 와  $f(\mu)$ 를 모두  $\mu$ 에 관한 함수로 表示할 수 있어야 한다는 假定인데, 이것을 만족시킬 때에는 아래와 같은 편미분을 利用한 數學的 接近法을 使用한다.

Step 1.

$C = C_k (k=1, 2 \dots, n)$ 라 두고, 각  $C_k$ 에 대해  $E(TC)$ 를 最小化 하게 하는  $\mu_k$ 를 구한다. 이때  $E(TC)$ 를 最小化시키는  $\mu$ 에 대한 條件은 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$\frac{\partial E(TC)}{\partial \mu} = B \cdot \frac{\partial L(C=C_k)}{\partial \mu} + C_k \cdot \frac{\partial f(\mu)}{\partial \mu} = 0 \quad (4-3)$$

式(4-3)을 만족시키는  $\mu$ 가  $\mu_k$ 이며, 이때의  $E(TC_k)$ 도 각각 계산한다.

33) J. B. Madziar, "Some Aspects of Operations Research in the Planning of Fishing Harbours", Fishing Port and Market (FAO, 1970), p. 72.

## Step 2.

각각의  $C_k$ 와  $\mu_k$ 에서 구한  $E(TC_k)$ 를 比較하여 이 중 最小値를 나타내는  $E(TC_k)$ 를 구한다. 이러한 최소의 總費用을 實現시키는  $C_k$ 와  $\mu_k$ 가 漁港의 最適規模인 것이다.<sup>84)</sup>

漁港의 最適規模를 決定하는 方法을 (1), (2), (3)의 3가지 경우로 나누어 살펴 보았다. 가장 이 상적인 接近法은 (3)의 方法이라고 할 수 있으나, 施設數가 複數(multiple-server)일 경우에는 컴퓨터를 利用하더라도 이 技法을 使用하는 것이 거의 不可能한 경우가 많으며, 또  $f(\mu)$ 를  $\mu$ 에 관한 일정한 함수로 나타낸다는 것도 基礎資料가 부족할 경우에는 곤란한 課題의 하나이다. 그래서 一般 的으로 漁港投資計劃時에는 (2)의 接近法이 費用과 時間의 制約을 考慮에 넣더라도 가장 타당한 方法이라고 생각한다.

## VI. 結 論

韓國의 水産業의 長期目標은 동물성 단백질을 自給的 水準에서 長期安定的으로 供給할 수 있는 國民的 食糧産業으로 육성하는 데 있다. 우리나라의 水産業이 200海里 經濟水域時代라는 새로운 海洋秩序를 맞이하여 이러한 水産業 政策目標을 달성하기 위해서는 그 發展方向을 종래의 자원약탈적 인 外延指向的인 漁業에서 資源管理型 沿近海漁業으로 移行하지 않을 수 없게 되었다. 실제로 主要 沿近海 漁業資源에 대한 評價結果에 의하면 대부분이 過大 漁獲勞力量 投入으로 인한 자원고 갈 현상을 나타내고 있다고 한다.

이렇게 볼 때 水産業 振興發展에 중요한 기능과 역할을 담당하는 漁港에 대한 新規投資에 대해서 도 이제는 그것이 國民經濟全體에, 그리고 水産業 自體에 미치는 영향을 合理的인 基準에 의해서 評價해야 할 必要性이 점차 높아 가고 있는 實情이다. 즉 새로운 漁港投資事業의 經濟性 評價에 대한 理論的이며 實務에 적용하기 용이한 評價方法의 必要性이 要請되고 있는 단계에 이르렀다고 하 겠다.

그래서 本研究에서는 <第Ⅱ章：經濟的 便益과 費用의 算出>에서는 漁港投資事業의 經濟的 便益과 費用의 定義 및 算出模型을, <第Ⅳ章：漁港投資事業의 經濟性評價>에서는 經濟性 評價方法과 投資事 業施行時期決定模型 및 危險分析方法 등을 다루었다. 그리고 <第Ⅴ章：漁港施設規模의 最適化 決定 模型>에서는, 漁港施設計劃時 施設規模의 最適化를 實現시키기 위한 最適規模決定模型을 제시하였 다.

34) Hillier and Lieberman, op. cit., pp. 472~473.



漁港投資事業의 經濟性 評價에 關한 研究

<부록-1>

Lq (EXPECTED LENGTH OF QUEUE) FOR M/M/C

c:	1	2	3	4	5
RHO					
0.10	0.11111E-01	0.20202E-02	0.41152E-03	0.88271E-04	0.19500E-04
0.20	0.50000E-01	0.16667E-01	0.61644E-02	0.23952E-02	0.95785E-03
0.30	0.12857E 00	0.59341E-01	0.30012E-01	0.15878E-01	0.86311E-02
0.40	0.26667E 00	0.15238E 00	0.94118E-01	0.60466E-01	0.39801E-01
0.50	0.50000E 00	0.33333E 00	0.23684E 00	0.17391E 00	0.13037E 00
0.55	0.67222E 00	0.47706E 00	0.35832E 00	0.27720E 00	0.21848E 00
0.60	0.90000E 00	0.67500E 00	0.53212E 00	0.43056E 00	0.35423E 00
0.65	0.12071E 01	0.95108E 00	0.78230E 00	0.65821E 00	0.56188E 00
0.70	0.16333E 01	0.13451E 01	0.11488E 01	0.10002E 01	0.88162E 00
0.75	0.22500E 01	0.19286E 01	0.17033E 01	0.15283E 01	0.13854E 01
0.80	0.32000E 01	0.28444E 01	0.25888E 01	0.23857E 01	0.22164E 01
0.85	0.48167E 01	0.44261E 01	0.41388E 01	0.39061E 01	0.37087E 01
0.90	0.81000E 01	0.76737E 01	0.73535E 01	0.70898E 01	0.68624E 01
0.95	0.18050E 02	0.17587E 02	0.17233E 02	0.16937E 02	0.16678E 02
0.98	0.48020E 02	0.47535E 02	0.47160E 02	0.46844E 02	0.46566E 02
0.99	0.98010E 02	0.97518E 02	0.97136E 02	0.96813E 02	0.96528E 02
c:	6	7	8	9	10
RHO					
0.10	0.43905E-05	0.10018E-05	0.23082E-06	0.53588E-07	0.12516E-07
0.20	0.39032E-03	0.16117E-03	0.67207E-04	0.28236E-04	0.11934E-04
0.30	0.47771E-02	0.26782E-02	0.15160E-02	0.86456E-03	0.49598E-03
0.40	0.26635E-01	0.18040E-01	0.12330E-01	0.84877E-02	0.58765E-02
0.50	0.99143E-01	0.76198E-01	0.59044E-01	0.46050E-01	0.36105E-01
0.55	0.17447E 00	0.14068E 00	0.11430E 00	0.93425E-01	0.76741E-01
0.60	0.29485E 00	0.24758E 00	0.20931E 00	0.17794E 00	0.15195E 00
0.65	0.48459E 00	0.42116E 00	0.36826E 00	0.32358E 00	0.28547E 00
0.70	0.78395E 00	0.70172E 00	0.63141E 00	0.57055E 00	0.51737E 00
0.75	0.12650E 01	0.11614E 01	0.10709E 01	0.99105E 00	0.91983E 00
0.80	0.20711E 01	0.19437E 01	0.18306E 01	0.17289E 01	0.16367E 01
0.85	0.35363E 01	0.33829E 01	0.32446E 01	0.31184E 01	0.30025E 01
0.90	0.66611E 01	0.64796E 01	0.63138E 01	0.61608E 01	0.60186E 01
0.95	0.16446E 02	0.16235E 02	0.16039E 02	0.15857E 02	0.15686E 02
0.98	0.46314E 02	0.46084E 02	0.45870E 02	0.45669E 02	0.45480E 02
0.99	0.96270E 02	0.96033E 02	0.95812E 02	0.95606E 02	0.95410E 02

수 산 경 영 론 집

c:	1 5	2 0	2 5
<b>RHO</b>			
0.10	0.92245E-11	0.72011E-14	0.58027E-17
0.20	0.17072E-06	0.25867E-08	0.40456E-10
0.30	0.32680E-04	0.22806E-05	0.16429E-06
0.40	0.99020E-03	0.17663E-03	0.32521E-04
0.50	0.11292E-01	0.37311E-02	0.12718E-02
0.55	0.30204E-01	0.12532E-01	0.53599E-02
0.60	0.72351E-01	0.36202E-01	0.18651E-01
0.65	0.15925E 00	0.92966E-01	0.55775E-01
0.70	0.32935E 00	0.21831E 00	0.14833E 00
0.75	0.65397E 00	0.48129E 00	0.36189E 00
0.80	0.12768E 01	0.10243E 01	0.83641E 00
0.85	0.25326E 01	0.21820E 01	0.19053E 01
0.90	0.54237E 01	0.49569E 01	0.45713E 01
0.95	0.14952E 02	0.14353E 02	0.13839E 02
0.98	0.44656E 02	0.43970E 02	0.43370E 02
0.99	0.94556E 02	0.93839E 02	0.93210E 02

<부록-2>

**Lq (EXPECTED LENGTH OF QUEUE) FOR M/Ek/5**

k:	1	2	3	$\infty$
<b>RHO</b>				
0.10	0.19500E-04	0.16894E-04	0.16161E-04	0.15239E-04
0.20	0.95785E-03	0.81050E-03	0.76599E-03	0.69393E-03
0.30	0.86311E-02	0.71421E-02	0.66699E-02	0.57857E-02
0.40	0.39801E-01	0.32266E-01	0.29808E-01	0.24851E-01
0.50	0.13037E 00	0.10378E 00	0.94971E-01	0.76633E-01
0.55	0.21847E 00	0.17249E 00	0.15720E 00	0.12513E 00
0.60	0.35422E 00	0.27752E 00	0.25196E 00	0.19820E 00
0.65	0.56191E 00	0.43707E 00	0.39539E 00	0.30793E 00
0.70	0.88172E 00	0.68128E 00	0.61433E 00	0.47431E 00
0.75	0.13856E 01	0.10641E 01	0.95669E 00	0.73322E 00
0.80	0.22168E 01	0.16929E 01	0.15179E 01	0.11562E 01
0.85	0.37091E 01	0.28181E 01	0.25206E 01	0.19102E 01
0.90	0.68629E 01	0.51899E 01	0.46316E 01	0.34951E 01
0.95	0.16679E 02	0.12559E 02	0.11184E 02	0.84112E 01
0.98	0.46566E 02	0.34979E 02	0.31115E 02	0.23360E 02
0.99	0.96529E 02	0.72451E 02	0.64425E 02	0.48343E 02

<부록-3>

Lq (EXPECTED LENGTH OF QUEUE) FOR Em/M/5

m:	1	2	3	4
RHO				
0.10	0.19500E-04	0.31025E-06	0.22860E-07	0.35752E-08
0.20	0.95785E-03	0.92040E-04	0.24608E-04	0.10363E-04
0.30	0.86311E-02	0.18364E-02	0.81493E-03	0.48968E-03
0.40	0.39801E-01	0.13229E-01	0.76462E-02	0.54800E-02
0.50	0.13037E 00	0.57295E-01	0.38737E-01	0.30716E-01
0.55	0.21848E 00	0.10634E 00	0.75986E-01	0.62394E-01
0.60	0.35423E 00	0.18762E 00	0.14021E 00	0.11840E 00
0.65	0.56188E 00	0.31936E 00	0.24766E 00	0.21396E 00
0.70	0.88162E 00	0.53196E 00	0.42528E 00	0.37430E 00
0.75	0.13854E 01	0.87941E 00	0.72124E 00	0.64469E 00
0.80	0.22164E 01	0.14695E 01	0.12314E 01	0.11150E 01
0.85	0.37087E 01	0.25527E 01	0.21786E 01	0.19942E 01
0.90	0.68624E 01	0.48797E 01	0.42301E 01	0.39080E 01
0.95	0.16678E 02	0.12201E 02	0.10720E 02	0.99820E 01
0.98	0.46566E 02	0.34591E 02	0.30611E 02	0.28624E 02
0.99	0.96528E 02	0.72054E 02	0.63908E 02	0.59837E 02

m:	9	16	∞
RHO			
0.10	0.29666E-10	0.20567E-11	0.11059E-13
0.20	0.14468E-05	0.56538E-06	0.12178E-06
0.30	0.16489E-03	0.10167E-03	0.48600E-04
0.40	0.27657E-02	0.20670E-02	0.13459E-02
0.50	0.19345E-01	0.15980E-01	0.12136E-01
0.55	0.42334E-01	0.36134E-01	0.28828E-01
0.60	0.85212E-01	0.74613E-01	0.61829E-01
0.65	0.16141E 00	0.14422E 00	0.12312E 00
0.70	0.29341E 00	0.26644E 00	0.23289E 00
0.75	0.52145E 00	0.47977E 00	0.42742E 00
0.80	0.92556E 00	0.86080E 00	0.77883E 00
0.85	0.16916E 01	0.15873E 01	0.14545E 01
0.90	0.33759E 01	0.31913E 01	0.29553E 01
0.95	0.87567E 01	0.83297E 01	0.77819E 01
0.98	0.25315E 02	0.24159E 02	0.22674E 02
0.99	0.53055E 02	0.50684E 02	0.47638E 02

## 〈부록-4〉

L<sub>q</sub> (EXPECTED LENGTH OF QUEUE) FOR E<sub>m</sub>/E<sub>2</sub>/5

m:	1	2	3	4	9
RHO					
0.10	0.16894E-04	0.10446E-06	0.57262E-08	0.17498E-09	0.42175E-13
0.20	0.81050E-03	0.41364E-04	0.53417E-05	0.19995E-05	0.40782E-06
0.30	0.71421E-02	0.97543E-03	0.30021E-03	0.13486E-03	0.20312E-04
0.40	0.32266E-01	0.77221E-02	0.34790E-02	0.20656E-02	0.63459E-03
0.50	0.10378E 00	0.35345E-01	0.19983E-01	0.13924E-01	0.63450E-02
0.55	0.17249E 00	0.66829E-01	0.40923E-01	0.30122E-01	0.15653E-01
0.60	0.27751E 00	0.11961E 00	0.78122E-01	0.60069E-01	0.34581E-01
0.65	0.43707E 00	0.20591E 00	0.14175E 00	0.11289E 00	0.70456E-01
0.70	0.68128E 00	0.34595E 00	0.24869E 00	0.20379E 00	0.13565E 00
0.75	0.10641E 01	0.57581E 00	0.42910E 00	0.35994E 00	0.25237E 00
0.80	0.16929E 01	0.96734E 00	0.74293E 00	0.63536E 00	0.46471E 00
0.85	0.28181E 01	0.16876E 01	0.13295E 01	0.11555E 01	0.87500E 00
0.90	0.51899E 01	0.32369E 01	0.26058E 01	0.22957E 01	0.17892E 01
0.95	0.12559E 02	0.81156E 01	0.66557E 01	0.59315E 01	0.47357E 01
0.98	0.34979E 02	0.23041E 02	0.19084E 02	0.17111E 02	0.13835E 02
0.99	0.72451E 02	0.48015E 02	0.39893E 02	0.35837E 02	0.29069E 02

## The Study on the Economic Appraisal of Fishing Port Investments

Hyung-Chan Jung

### Summary

From the economic point of view the fishing port is the complex of installations on land, organized to serve the fishing fleet and its cargo, and is the main link in the production chain of all components of the fishing industry, with the aim of achieving the planned targets with the minimum cost.

Fishing port investment decisions have had significant impact on the development aims of Korean fisheries. Fishing port investments in Korea are made mostly by public or semipublic port authorities. Such investments should be judged not purely on the basis of financial profitability but rather on the extent to which they serve the development aims of the fishing industry. This makes the economic appraisal process more complex and presents certain problems in correctly quantifying the economic costs and benefits of the fishing port projects.

This study concentrates more on the theoretical economic appraisal models than on the purely financial aspects of fishing port investments and points out the difference between the two approaches. In the result, there is clearly an element of judgment as to whether or not a shadow price needs to be used in estimating economic benefits and costs.

From this viewpoint, some attempts are made to provide definitions of the possible economic benefits and costs, and methods for estimating and evaluating them in Part III and IV. Especially queueing theory is applied in the calculation of economic benefits.

When a project is contemplated and analysis shows it to have a positive NPV, one question that arises is whether it should be implemented now or delayed. In this paper, the first year rate of return method is regarded as a more concise way of solving the timing of investment. At the end of Part IV, risk analysis of fishing port investments is considered. It can be handled in a number of ways, ranging from informal judgment to complex statistical analyses involving large-scale computer models. This paper reco-

mmends that evaluators of fishing port investments use the sensitivity analysis indicating exactly how much NPV will change in response to a given change in an input variable other things held constant.

Decisions regarding the amount of capacity to provide must be made in fishing port investments. Providing too much service would involve excessive capital costs. On the other hand, not providing enough service capacity would cause the waiting line of fishing vessels to become excessively long at times. Therefore, in Part V, the optimal number of berths and berth productivity in fishing port are defined as follows;

$$\text{Minimize } E(\text{TC}) = E(\text{WC}) + E(\text{SC})$$

The minimum of this function is the solution and that is the optimal number of berth and berth productivity in fishing port.