

多段階 在庫시스템에 관한 研究 *
—수산물가공업의 재고관리를 중심으로—

李 康 雨**

A Study on the Multi-Stage Inventory System
—Especially with the Inventory Management of
Fisheries Processing Industries—

Lee, Kang Woo

目	次
I. 序論	3. 業種別 多段階在庫管理의 比較分析
II. 標本設計	IV. 在庫管理 模型構築
1. 調査目的	1. 從來의 研究動向
2. 調査項目	2. 模型의 假定과 記號
3. 母集團 및 調査對象者	3. 模型의 定式化
4. 標本抽出 및 業種別 標本數	4. 反復解法 節次
5. 調査方法 및 期間	5. 數值例 및 感度分析
III. 多段階 在庫管理에 관한 實證的 分析	V. 結論
1. 業種別 完製品의 比較分析	參考文獻
2. 業種別 代表製品의 比較分析	Summary

I. 序 論

우리나라는 최근 國民所得의 증가에 따라 식품의 消費가 高級化되고 高營養化되어 수산물의 生産과 消費가 모두 크게 增大되어 가고 있다. 이에 副應하여 수산물의 流通問題는 그 역할이 크게 중요해지고 이의 改善方案이 요구되고 있다.

우리나라의 수산물의 需給現況을 살펴보면 1965년에 19.5kg에 불과하던 수산물의 1人當 消費量이 1985년에는 35.5kg으로 급속도로 수산물의 수요가 增大되고 있다.¹⁾ 이와같은 수산

*본 연구는 1990년도 문교부 학술연구조성비의 지원에 의한 것임.

** 釜山水産大學校 經營學科 副教授

1) 수산청 농림수산부, 농정주요지표, 1986.

물의 需要形態는 크게 鮮魚와 加工品으로 구분 되는데 근년의 消費形態를 보면 前者의 比重은 상대적으로 감소하고 後者의 比重이 커져가고 있음을 알 수 있다. 수산물가공품의 生産量의 推移를 보면 1965년 92.0千M/T 에서 1985년에는 620.2千M/T 로서 증가하고 있다.²⁾ 지금까지의 수산물의 流通問題는 주로 鮮魚를 중심으로 여러 학자나 실무자에 의해 研究되어 왔다. 본 論文에서는 최근 需要가 증대되고 있는 수산물 加工品과 다른 製造業體에서 生産·販賣되고 있는 제품의 在庫管理 및 流通問題를 比較·分析하고자 한다. 이를 위하여 本 論文은 여러 製造企業에서 生産하고 있는 完製品의 多段階 在庫管理와 物的流通에 대한 標本調査를 실시하고, 이를 토대로 水産物加工業과 他企業이 生産하고 있는 製品의 在庫管理에 대해 카이제곱 獨立性 檢定을 이용하여 業種別로 在庫시스템의 設計를 위한 實證的인 比較分析과 더불어 수산물가공업의 多段階 在庫管理시스템의 實態를 조사·분석하였다. 또한 水産企業體의 投入要素인 수산물의 調達期間이 不確實한 점에 착안하여 調達期間이 不確實한 경우의 (Q, r)在庫模型을 開發하고 最適解를 구하는 反復的인 알고리즘을 제시하였다.

II. 標本設計

1. 調査目的

본 標本調査는 企業에서 현재 生産하고 있는 製品에 대한 在庫管理 시스템을 설계하기 위하여 在庫管理의 실태를 파악하고 수산물가공업을 중심으로 이를 業種別로 比較分析하기 위한 기본적인 資料를 수집하는데 있다.

2. 調査項目

각 會社에서 現在 生産하고 있는 모든 完製品을 대상으로 生産計劃의 樹立方法, 品目數, 差別的 在庫管理를 위한 製品別 等級分類의 有無, 製品의 等級分類 基準 및 方法, 現行 在庫管理의 現況등 7개의 問項에 대하여 調査하였다. 그리고 각 회사의 代表製品(일년간 賣出額이 가장 큰 製品)에 대해서는 需要變動의 程度, 流通經路, 流通構造, 消費者의 注文形態, 利用在庫管理 技法, 급격한 需要增大時의 措置, 在庫關聯費用의 크기, 製品의 輸送手段 및 納期充足率등 16개의 問項으로 구성되어있다.

2) 한국농촌경제연구원, 바다 및 어촌종합개발 방향과 정책과제, E17-11 연구단/교육11, 1987, p. 168.

3. 母集團 및 調査對象者

母集團은 "會社年監"(1989년)³⁾에 기재되어 있는 製造業種중에서 登錄 및 一般法人을 대상으로 食品제조업, 의복제조업, 제약제조업, 전기·전자제품제조업 및 수산물가공제조업으로 구성되어 있으며, 調査對象은 각 회사의 販賣管理 擔當者 또는 物的流通管理 擔當者로 하였다.

4. 標本抽出 및 業種別 標本數

標本抽出은 母集團으로부터 無作為 抽出方法을 적용하였으며, 業種別 標本數 및 回收率은 다음의 <表-1>과 같다.

<表-1> 業 種 別 標 本 數

業 種	標 本 數	回 收 枚 數	回 收 率 (%)
음 식 료 품	161	30	18.6
의 복	220	24	10.9
의 약 품	166	32	19.3
전 기 · 전 자	180	26	14.4
수 산 가 공	69	27	39.1
계	796	139	

5. 調査方法 및 期間

調査方法: 訪問調査와 郵便調査

調査期間: 1990年 7月 1日 - 1990年 8月 30日

III. 多段階 在庫管理에 관한 實證的 比較分析

1. 業種別 完製品の 比較分析

여기서는 각 業種別로 生産·販賣되고 있는 모든 完製품을 중심으로 生産計劃의 樹立基準, 生産제품의 種類, 完製品の 等級分類의 有無와 基準 및 方法에 대해 業種別 差異를 비교·분석하기로 한다.

3) 매일경제신문사, 會社年監 上·下, 1989.

1) 業種別 生産計劃 樹立의 基準

生産計劃을 수립할 경우 業種에 따라 生産計劃 樹立의 基準에 差異가 있는가를 檢定하기 위하여 交叉分析을 한 결과는 다음의 <表-2>와 같다.

分析結果에 의하면 有意水準 $\alpha=0.01$ 로서 業種에 따라 生産計劃을 수립할 때의 基準이 相異한 것으로 나타났다. 즉 식료품, 의복, 수산물가공제조업의 경우는 생산계획 수립시 각각 응답업체의 53.3%, 41.7%, 51.9%가 注文과 需要豫測을 병행하여 실시하고 있다. 한편 제약제조업의 生産計劃 樹立의 基準은 수요예측(53.1%), 주문과 수요예측의 병행(43.8%)의 順이며, 전기·전자제조업은 고객의 주문(42.6%), 주문과 수요예측(30.8%) 등의 順으로 나타났다.

<表-2> 業種別 生産計劃 樹立의 基準 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 고객의 주문	2 (6.7)	8 (33.3)	1 (3.1)	12 (46.2)	3 (11.1)	26 (18.7)
2. 수요 예측	11 (36.7)	6 (25.0)	17 (53.1)	3 (11.5)	7 (25.9)	44 (31.7)
3. 주문과 需要豫測	16 (53.3)	10 (41.7)	14 (43.8)	8 (30.8)	14 (51.9)	62 (44.6)
4. 기타	1 (3.3)	0 (.0)	0 (.0)	3 (11.5)	3 (11.1)	7 (5.0)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 38.518, DEGREE OF FREEDOM = 12, $\chi^2_{0.01} = 26.217$

2) 業種別 生産製品의 種類

이 調査는 현재 생산하고 있는 製品種類의 數가 業種에 따라 差異가 있는지를 조사한 것으로 이 結果는 <表-3>과 같다. 檢定結果는 有意水準 $\alpha=0.01$ 로서 業種에 따라 生産製品의 種類의 數가 相異한 것으로 分析되었다. 식료품과 수산물가공제조업은 다른 업종에 비해 상대적으로 생산제품의 種類의 數가 비교적 적은 반면에 제약과 전기·전자제조업은 생산제품의 종류의 數가 많은 것으로 나타났다.

<表-3> 業種別 生産製品의 種類 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 5종류 이하	8 (26.7)	8 (33.3)	1 (3.1)	4 (15.4)	8 (29.6)	29 (20.9)
2. 6-10종류	5 (16.7)	6 (25.0)	0 (.0)	5 (19.2)	13 (48.1)	29 (20.9)
3. 11-15종류	5 (16.7)	3 (12.5)	1 (3.1)	0 (.0)	3 (11.1)	12 (8.6)
4. 16-20종류	2 (6.7)	0 (.0)	1 (3.1)	2 (7.7)	1 (3.7)	6 (4.3)

多段階 在庫시스템에 관한 研究

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
5. 21-25종류	1 (3.3)	1 (4.2)	1 (3.1)	0 (.0)	1 (3.7)	4 (2.9)
6. 26-30종류	0 (.0)	0 (.0)	3 (9.4)	4 (15.4)	0 (.0)	7 (5.0)
7. 31-35종류	1 (3.3)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (.7)
8. 36종류 이상	8 (26.7)	6 (25.0)	25 (78.1)	11 (42.3)	1 (3.7)	51 (36.7)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 74.053, DEGREE OF FREEDOM = 28, $\chi^2_{0.01} = 48.278$

3) 販賣活動을 위한 完製品の 等級附與의 有無

이 調査는 完製品の 販賣活動을 위해 完製品の 重要도에 따라 등급을 부여하여 差別的 在庫管理를 하고 있는가를 檢定하기 위한 것이다. 이 調査結果는 <表-4>와 같이 나타났으며 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種間에는 차이가 있다고 할 수 없으나 수산물가공제조업의 경우는 다른 업종에 비해 상대적으로 完製品에 대한 等級을 부여하고 있는 業體가 많은 것으로 나타났다.

<表-4>

販賣活動을 위한 完製品の 等級附與

단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 한다	14 (46.7)	11 (45.8)	21 (65.6)	12 (46.2)	19 (70.4)	77 (55.4)
2. 하지않는다	16 (53.3)	13 (54.2)	11 (34.4)	14 (53.8)	8 (29.6)	62 (44.6)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 6.518, DEGREE OF FREEDOM = 4, $\chi^2_{0.05} = 9.488$

4) 在庫管理를 위한 完製品の 等級分類의 基準

이 調査는 위에서 販賣活動을 위하여 完製品에 等級을 附與한다고 응답한 業體를 대상으로 完製品の 等級分類의 基準을 조사한 것이다.

調査對象 全業種이 完製品の 在庫管理를 위해 完製品에 等級을 부여할 경우에 적용하고 있는 基準은 매출액(50.6%)이 가장 많으며 다음이 판매가격(20.8%), 판매수량(11.7%) 등의 순으로 나타났다(<表-5>참조). 한편 業種과 等級分類基準과의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種과 等級分類間에 상호관련성이 있다고 말할 수 없다.

〈表-5〉 完製品の 等級分類의 基準 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 판매가격	5 (35.7)	4 (36.4)	1 (4.8)	1 (8.3)	5 (26.3)	16 (20.8)
2. 판매수량	4 (28.6)	1 (9.1)	3 (14.3)	0 (.0)	1 (5.3)	9 (11.7)
3. 매출액	4 (28.6)	5 (45.5)	13 (61.9)	7 (58.3)	10 (52.6)	39 (50.6)
4. 납기	0 (.0)	1 (9.1)	0 (.0)	2 (16.7)	0 (.0)	3 (3.9)
5. 고객의 중요도	1 (7.1)	0 (.0)	2 (9.5)	2 (16.7)	2 (10.5)	7 (9.1)
6. 기 타	0 (.0)	0 (.0)	2 (9.5)	0 (.0)	1 (5.3)	3 (3.9)
합 계	14	11	21	12	19	77

CHI-SQUARE VALUE = 27.307, DEGREE OF FREEDOM = 20, $\chi^2_{0.05} = 31.410$

5) 在庫管理를 위한 完製品の 等級分類 方法

完製品에 대해 등급부여를 하고 있다고 응답한 業種全體의 完製品에 대한 等級分類의 方法은 〈表-6〉에서 보는 바와 같이 ABC분류방법(48.6%), 주관적판단(20.3%), 기타 계량적 방법(17.6%) 등의 순으로 응답하였다. 여기서 業種과 等級分類 方法間에 獨立性的의 有無를 檢定하기 위하여 業種과 等級分類의 方法間의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種間에 差異가 있다고 말할 수는 없다.

한편 1987년에 국내기업의 생산·재고기법의 이용실태를 조사한 研究結果⁴⁾에 의하면 조사

〈表-6〉 完製品 等級分類의 方法 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 주관적 판단	4 (28.6)	1 (9.1)	6 (30.0)	2 (16.7)	2 (11.8)	15 (20.3)
2. ABC분류방법	5 (35.7)	9 (81.8)	6 (30.0)	6 (50.0)	10 (58.8)	36 (48.6)
3. 군집분석	1 (7.1)	0 (.0)	3 (15.0)	2 (16.7)	3 (17.6)	9 (12.2)
4. 기타 계량적 방법	4 (28.6)	1 (9.1)	4 (20.0)	2 (16.7)	2 (11.8)	13 (17.6)
5. 잘 모르겠다	0 (.0)	0 (.0)	1 (5.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (1.4)
합 계	14	11	20	12	17	74

CHI-SQUARE VALUE = 14.432, DEGREE OF FREEDOM = 16, $\chi^2_{0.05} = 26.296$

4) 李康雨, 生産在庫技法의 利用實態에 관한 調査研究, 釜山水産大學 論文集(人文·社會科學篇), 第40輯, p. 21, (1988).

대상기업(74개 업체)의 10.8%가 ABC分類方法을 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 본 조사에서는 139개 업체중에서 36개 업체가 완제품의 等級分類方法으로 ABC分類方法을 채택하였으며 그 이용률은 25.9%로서 1987년에 조사된 ABC分類方法의 이용률 10.8%보다 높게 나타났다. 그러나 국내기업의 ABC分類方法의 이용률은 1973년 美國 工程·在庫管理協會 (APICS)에서 조사된 미국기업의 ABC分類方法의 이용률 62%보다는 아직 훨씬 낮은 수준이다.⁵⁾

6) 業種別 完製品在庫의 管理程度

調査對象 全業種의 完製品在庫에 대한 管理程度는 <表-7>에서 보는 바와 같이 手作業在庫 調査와 手作業에 의한 管理技法(43.7%), 간단한 수요예측과 컴퓨터에 의한 管理技法의 적용(23.7%), 컴퓨터에 의한 在庫調査와 手作業에 의한 管理技法의 적용(17.0%)등의 順으로 나타났다.

한편 業種과 在庫管理의 程度에 대한 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種에 따라 在庫管理의 程度가 相異한 것으로 나타났다. 이를 比較하기 위해 應答番號 6을 제외하고 각 項目에 應答番號와 같은 加重值를 附與하고 5點評價方法을 적용하여 平均評點을 구한결과 전체 平均評點은 2.62로 나타났다. 業種別로는 제약(3.13), 의복(2.71), 식료품(2.61), 전기·전자(2.54), 수산물가공(2.04)의 評點順으로 나타났다. 따라서 수산물가공제조업의 在庫管理가 가장 취약하며 제약제조업의 재고관리가 調査對象業種중에서는 가장 양호한 것으로 나타났다.

<表-7> 業種別 完製品在庫의 管理程度 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 수작업 재고조사와 주관적 판단	4 (14.3)	4 (16.7)	2 (6.5)	1 (4.0)	5 (18.5)	16 (11.9)
2. 수작업 재고조사와 수작업에의한관리기법	12 (42.9)	9 (37.5)	8 (25.8)	14 (56.0)	16 (59.3)	59 (43.7)
3. 컴퓨터 재고조사와 수작업에의한관리기법	3 (10.7)	2 (8.3)	8 (25.8)	4 (16.0)	6 (22.2)	23 (17.0)
4. 간단한 수요예측과 컴퓨터에 의한 관리기법	9 (32.1)	8 (33.3)	10 (32.3)	5 (20.0)	0 (.0)	32 (23.7)
5. 고도의 수요예측과 완전컴퓨터화된관리기법	0 (.0)	1 (4.2)	3 (9.7)	0 (.0)	0 (.0)	4 (3.0)
6. 잘 모르겠다	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (4.0)	0 (.0)	1 (.7)
합 계	28	24	31	25	27	135

CHI-SQUARE VALUE = 32.985, DEGREE OF FREEDOM = 20, $\chi^2_{0.05} = 31.410$

5) E.W. Davis, "A Look at the Use of Production-Inventory Techniques: Past and Present," *Production and Inventory Management, Fourth Quarter*, pp. 1-19, (1975).

2. 業種別 代表製品の 比較分析

다음에서는 각 業體에서 일년간 國內 賣出額이 가장 큰 完製品을 代表製品이라 定義하고 國內市場을 대상으로 업종별 代表製品에 대한 生産 및 在庫管理의 실태에 대해 分析하기로 한다.

1) 代表製品の 需要變動

調査對象 全業體의 代表製品에 대한 需要變動을 <表-8>에서 살펴보면, 비교적 안정적이다(43.9%), 계절변동이 크다(41.7%), 매우 불규칙하다(10.8%) 등의 順으로 나타났다. (<表-8>참조) 한편 업종별 代表製品の 수요변동은 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種에 따라서 差異가 있는 것으로 檢定되었다.

이를 업종별로 보면 대부분의 업종의 代表製品에 대한 수요변동이 비교적 안정적이거나 계절변동이 큰 것으로 나타났으나 수산물가공물의 경우는 특히 계절변동이 심한 것으로 추정되며 전기·전자업종의 代表製品에 대한 수요변동은 제품의 성격에 따라 매우 다양한 것으로 추정된다.

<表-8> 代表製品の 需要變動 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 비교적 안정적이다	14 (46.7)	10 (41.7)	21 (65.6)	8 (30.8)	8 (29.6)	61 (43.9)
2. 계절변동이 크다	14 (46.7)	11 (45.8)	8 (25.0)	9 (34.6)	16 (59.3)	58 (41.7)
3. 특정기간에 집중되어있다	1 (3.3)	1 (4.2)	1 (3.1)	2 (7.7)	0 (.0)	5 (3.6)
4. 매우 불규칙하다	1 (3.3)	2 (8.3)	2 (6.3)	7 (26.9)	3 (11.1)	15 (10.8)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 21.313, DEGREE OF FREEDOM = 12, $\chi^2_{0.05} = 21.026$

2) 代表製品の 生産方法

調査對象 全業種에 대한 代表製品の 生産方法은 注文 또는 需要豫測 生産이 전체 應答企業의 47.5%로 가장 높고, 需要豫測 生産(29.5%), 注文生産(19.4%) 및 기타(3.6%)의 順으로 나타났다. (<表-9>참조)

한편 業種別로 代表製品の 生産을 보면 식료품, 의복 및 수산물가공업체는 각각 應答業體의 53.3%, 41.7%, 48.1%가 注文 또는 需要豫測 生産을 하고 있는 것으로 나타났으나, 제약업종은 需要豫測 生産이 50.0%로 가장 높고 다음이 注文 또는 需要豫測 生産(46.9%), 기

〈表-9〉 代表製品の 生産方法 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 주문생산	5 (16.7)	7 (29.2)	0 (.0)	12 (46.2)	3 (11.1)	27 (19.4)
2. 수요예측생산	9 (30.0)	7 (29.2)	16 (50.0)	1 (3.8)	8 (29.6)	41 (29.5)
3. 주문 또는 수요예 측생산	16 (53.3)	10 (41.7)	15 (46.9)	12 (46.2)	13 (48.1)	66 (47.5)
4. 기타	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.1)	1 (3.8)	3 (11.1)	5 (3.6)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 35.000, DEGREE OF FREEDOM = 12, $\chi^2_{0.01} = 26.217$

타(3.1%)의 順으로 나타났으며 注文生産은 없는 것으로 나타났다. 전기·전자업종의 경우는 注文生産과 注文 또는 需要豫測 生産이 똑같이 應答企業의 46.2%를 점하고 있다. 한편 業種과 代表製品の 生産方法間의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha = 0.01$ 로서 業種에 따라 代表製品の 生産方法이 相異하다고 할 수 있다.

3) 代表製品에 대한 消費者의 注文形態

業種전체의 代表製品에 대한 消費者의 注文形態를 보면 定期的으로 注文해오나 注文數量이 불규칙한 경우(定期注文方法)가 전체응답기업의 37.0%로 가장 높고, 다음이 필요시 수시로 注文해오며 注文量이 일정하지 않는 注文形態가 31.9%, 注文時間 간격은 불규칙하나 注文數量이 대개 일정한 注文形態(定量注文方法)가 23.2% 및 기타가 8.0%의 順으로 나타났다. (〈表-10〉참조) 따라서 代表製品에 대한 消費者의 注文形態는 매우 多様하다고 할 수 있다.

代表製品에 대한 消費者의 注文形態와 業種間의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha = 0.05$ 로서 業種에 따라서 消費者의 注文形態가 다르다고 할 수 있다. 식료품과 수산물가공업체에 대한

〈表-10〉 代表製品에 대한 消費者의 注文形態 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 정기주문, 가변주문량	13 (43.3)	10 (41.7)	2 (6.3)	14 (56.0)	12 (44.4)	51 (37.0)
2. 불규칙주문, 정량주문	8 (26.7)	3 (12.5)	12 (37.5)	4 (16.0)	5 (18.5)	32 (23.2)
3. 불규칙주문, 가변주문량	7 (23.3)	9 (37.5)	15 (46.9)	6 (24.0)	7 (25.9)	44 (31.9)
4. 기타	2 (6.7)	2 (8.3)	3 (9.4)	1 (4.0)	3 (11.1)	11 (8.0)
합 계	30	24	32	25	27	138

CHI-SQUARE VALUE = 21.422, DEGREE OF FREEDOM = 12, $\chi^2_{0.05} = 21.026$

消費者的 注文形態는 비교적 類似하나 제약업종에 대한 消費者的 注文形態는 應答業體의 84.4%가 注文時期가 불규칙한 것으로 나타났으며 定期注文은 6.3%로서 다른 업종에 비하여 매우 낮은 것이 특징이다. 이에 반하여 전기·전자업종에 대한 소비자의 주문형태는 定期注文이 56.0%로서 가장 높다.

4) 代表製品の 在庫管理 技法의 利用率

代表製品에 대해 適用되고 있는 全體 應答業體의 在庫管理技法의 順位는 <表-11>에서 보는 바와 같이 定期注文方法(26.3%), 필요시 수시로 注文(19.7%), 定量發注方法(18.2%), 主觀的判斷(15.3%)등의 順으로 나타났다. 이를 業種別로 보면 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種間에 差異가 있다고 할 수는 없으나 수산물가공업의 경우는 필요시 수시로 注文한다가 34.6%, 主觀的判斷이 26.9%로서 다른 業種에 비하여 在庫管理 技法의 이용정도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

한편 1987년 조사된 국내기업의 定期注文方法과 定量注文方法의 이용률은 각각 應答業體의 18.0% 와 17.1%이었다.⁶⁾

이를 本 調査結果와 비교해 보면 두 注文方法의 이용률이 모두 향상된 것으로 나타났다. 이러한 사실로 미루어 볼때 국내 기업도 점점 在庫管理의 중요성을 인식하고 있는 것으로 推定된다.

<表-11> 代表製品の 在庫管理 技法 단위 : 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 정기주문	12 (40.0)	8 (33.3)	6 (18.8)	4 (16.0)	6 (23.1)	36 (26.3)
2. 정량주문	7 (23.3)	1 (4.2)	5 (15.6)	10 (40.0)	2 (7.7)	25 (18.2)
3. s-S기법	1 (3.3)	1 (4.2)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (1.5)
4. 기타계량적 기법	4 (13.3)	3 (12.5)	5 (15.6)	1 (4.0)	2 (7.7)	15 (10.9)
5. 주관적 판단	3 (10.0)	4 (16.7)	5 (15.6)	2 (8.0)	7 (26.9)	21 (15.3)
6. 필요시 수시주문	3 (10.0)	5 (20.8)	7 (21.9)	3 (12.0)	9 (34.6)	27 (19.7)
7. 기타	0 (.0)	1 (4.2)	3 (9.4)	3 (12.0)	0 (.0)	7 (5.1)
8. 잘모르겠다	0 (.0)	1 (4.2)	1 (3.1)	2 (8.0)	0 (.0)	4 (2.9)
합 계	30	24	32	25	26	137

CHI-SQUARE VALUE = 40.260, DEGREE OF FREEDOM = 28, $\chi^2_{0.05} = 41.337$

6) 李康雨, Ibid, 第40輯, p. 21, (1988).

5) 代表製品の 突發需要에 대한 措置

代表製品的의 갑작스러운 需要에 대한 전체 應答業體의 對應措置는 <表-12>에서 보는 바와 같이 應答業體의 68.1%가 超過操業에 依存하고 있으며 15.9%가 下請生産에 의해 突發的 需要를 充足시키고 있다.

<表-12> 代表製品的의 突發需要에 대한 措置 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 생산계획대로 생산	1 (3.3)	2 (8.3)	0 (.0)	2 (8.0)	3 (11.1)	8 (5.8)
2. 생산시설을 확장	2 (6.7)	1 (4.2)	1 (3.1)	0 (.0)	4 (14.8)	8 (5.8)
3. 초과조업	25 (83.3)	8 (33.3)	30 (93.8)	16 (64.0)	15 (55.6)	94 (68.1)
4. 하청생산	1 (3.3)	13 (54.2)	0 (.0)	6 (24.0)	2 (7.4)	22 (15.9)
5. 대체품 구입	1 (3.3)	0 (.0)	1 (3.1)	1 (4.0)	3 (11.1)	6 (4.3)
합 계	30	24	32	25	27	138

CHI-SQUARE VALUE = 55.211, DEGREE OF FREEDOM = 16, $\chi^2_{0.01} = 31.999$

한편 業種과 代表製品的의 突發需要에 대한 措置와의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha=0.01$ 로서 業種에 따라 突發的인 需要에 대한 對應措置에 差異가 있는 것으로 分析되었다. 식료품과 제약제조업은 突發的인 需要에 대한 對應措置로서 대부분의 業體가 超過 操業에 의존하고 있으나 의복제조업은 下請生産(54.2%), 超過操業(33.3%)등의 順으로 나타났으며, 수산물가공제조업은 超過操業(55.6%), 生産施設의 擴張(14.8%), 代替品 購入(11.1%) 등의 順으로 나타났다.

6) 代表製品的의 在庫關聯費用의 크기

各 業種別로 在庫關聯費用중에서 가장 많이 所要되는 費用項目을 調査한 結果가 <表-13>에 나타나 있다. 業種과 費用項目間의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha=0.01$ 로서 業種에 따라 在庫關聯費用의 크기가 각각 業種에 따라 相異한 것으로 分析되었다. 業種別 在庫關聯費用의 크기를 보면 식료품 및 제약제조업은 각각 應答業體의 46.7%와 59.4%가 수송비용, 의복제조업은 應答業體의 33.3%가 품질손실비용, 수산물가공제조업은 應答業體의 55.6%가 보관비용이 가장 많이 소요되는 費用項目이라고 應答했다. 한편 전기·전자업종의 경우는 가장 많이 소요되는 특정한 費用項目이 없는 것으로 보아서 代表製品的의 特性에 따라 在庫關聯費用의 크기가 결정된다고 推定된다.

〈表-13〉 代表製品の 在庫關聯費用의 크기 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 보관비용	8 (26.7)	6 (25.0)	0 (0)	6 (24.0)	15 (55.6)	35 (25.4)
2. 수송비용	14 (46.7)	4 (16.7)	19 (59.4)	6 (24.0)	5 (18.5)	48 (34.8)
3. 주문비용	0 (0)	1 (4.2)	3 (9.4)	3 (12.0)	1 (3.7)	8 (5.8)
4. 품질손실비용	8 (26.7)	8 (33.3)	5 (15.6)	3 (12.0)	5 (18.5)	29 (21.0)
5. 기타	0 (0)	3 (12.5)	5 (15.6)	6 (24.0)	1 (3.7)	15 (10.9)
6. 잘 모르겠다	0 (0)	2 (8.3)	0 (0)	1 (4.0)	0 (0)	3 (2.2)
합 계	30	24	32	25	27	138

CHI-SQUARE VALUE = 53.627, DEGREE OF FREEDOM = 20, $\chi^2_{0.01} = 37.566$

7) 代表製品の 國內 輸送手段

대표제품의 國內 輸送手段은 〈表-14〉에서 보는바와 같이 전체 應答業體의 91.4%가 트럭에 의존하고 있으나 제약과 수산물가공제조업의 경우 각각 기차나 선박을 조금씩 이용하고 있는 것으로 나타났다.

〈表-14〉 代表製品の 國內輸送 手段 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 기차	0 (.0)	0 (.0)	3 (9.4)	0 (.0)	0 (.0)	3 (2.2)
2. 트럭	30 (100.)	24 (100.)	27 (84.4)	24 (92.3)	22 (81.5)	127 (91.4)
3. 선박	0 (.0)	0 (0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (7.4)	2 (1.4)
4. 기타	0 (.0)	0 (.0)	2 (6.3)	2 (7.7)	3 (11.1)	7 (5.0)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 24.387, DEGREE OF FREEDOM = 12, $\chi^2_{0.05} = 21.026$

8) 代表製品の 納期 未充足率

調査對象 전체업종의 代表製品에 대한 注文의 納期 未充足率은 〈表-15〉에서 보는 바와 같이 應答業體의 64.9%(87個 業體)가 10%미만이며, 應答業體의 19.4%(26個 業體)가 10-19%로 나타났다. 따라서 고객의 注文에 대한 納期充足率은 매우 낮다고 말할 수 있으며 보다 철저한 完製品에 대한 在庫管理의 必要性이 요망된다고 할 수 있다.

한편 業種과 代表製品의 納期 未充足率간의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業

種에 따라 代表製品的의 納期 未充足率이 差異가 있다고 말할 수는 없다.

<表-15> 代表製品的의 納期的 未充足率 단위: 도수 및 백분율

항 . 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 10% 미만	22 (73.3)	11 (50.0)	25 (83.3)	13 (50.0)	16 (61.5)	87 (64.9)
2. 10-19%	5 (16.7)	4 (18.2)	3 (10.0)	6 (23.1)	8 (30.8)	26 (19.4)
3. 20-29%	1 (3.3)	3 (13.6)	1 (3.3)	4 (15.4)	1 (3.8)	10 (7.5)
4. 30-39%	0 (.0)	1 (4.5)	0 (.0)	1 (3.8)	0 (.0)	2 (1.5)
5. 40-49%	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.8)	0 (.0)	1 (7)
6. 50% 이상	2 (6.7)	3 (13.6)	1 (3.3)	1 (3.8)	1 (3.8)	8 (6.0)
합 계	30	22	30	26	26	134

CHI-SQUARE VALUE= 22.842, DEGREE OF FREEDOM = 20, $\chi^2_{0.05} = 31.410$

9) 代表製品的의 在庫管理시스템에 대한 應答者의 評價

<表-16>은 應答者가 인식하고 있는 自社에 대한 代表製品的의 在庫管理시스템의 評價이다. 조사대상 全業種의 代表製品的에 대한 應答者의 評價에 의하면 보통이다가 54.0%로 가장 높고, 비효율적이다가 30.2%, 효율적이다가 11.5%등의 順으로 나타났다. 따라서 應答者가 인식하고 있는 自社의 代表製品的에 대한 在庫管理시스템의 평가는 보통이하의 水準이라 할 수 있다.

한편 業種과 應答者의 재고관리시스템에 대한 評價간의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha = 0.01$ 로서 業種에 따라 應答者의 재고관리시스템에 대한 평가가 다르다고 할 수 있다. 業種間의 差異를 計量化기 위해 항목별로 應答番號와 같은 加重值를 附與하고 5點評價方法을 적용하여 平均評點을 구한 결과 조사대상업체 전체의 平均評點은 2.78로 나타났다. 業種別 平均評點은 식료품(3.00), 제약(2.91), 수산물가공(2.70), 의복(2.63) 및 전기·전자(2.62)의 順으로 나타났다.

여기서 應答者의 自社에 대한 代表製品的의 在庫管理시스템의 平均評點과 <表-7>의 業種別 完製品在庫에 대한 管理程度의 平均評點의 차이를 比較하면 다음과 같다. 의복과 전기·전자 제조업의 경우는 平均評點의 差異가 0.08로서 거의 일치하고 있으나, 제약제조업의 경우는 應答者가 0.22만큼 부정적으로 評價한 반면 식료품과 수산물가공업의 경우는 應答者가 각각 0.39, 0.66만큼 自社의 재고시스템을 긍정적으로 평가하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 Table 3-6에서는 수산물가공업의 재고관리정도가 가장 취약한 것으로 나타났으나 應答者가 인식하고 있는 自社의 대표제품의 재고관리시스템에 대한 自體評價에서는 보통정도로서 평가

되었다. 따라서 수산물가공업의 物的流通業務에 종사하는 담당자의 재고관리시스템에 대한 認識도와 타업종에 종사하는 담당자의 認識도간에 상당한 차이가 있는 것으로 推定된다.

<表-16> 在庫管理시스템에대한 應答者의 評價 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 매우 비효율적이다	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.1)	1 (3.8)	2 (7.4)	4 (2.9)
2. 비효율적이다	8 (26.7)	11 (45.8)	6 (18.8)	12 (46.2)	5 (18.5)	42 (30.2)
3. 보통이다	14 (46.7)	11 (45.8)	20 (62.5)	11 (42.3)	19 (70.4)	75 (54.0)
4. 효율적이다	8 (26.7)	2 (8.3)	5 (15.6)	0 (.0)	1 (3.7)	16 (11.5)
5. 매우 효율적이다	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (7.7)	0 (.0)	2 (1.4)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 33.240, DEGREE OF FREEDOM = 16, $\chi^2_{0.01} = 31.999$

3. 多段階 在庫管理의 比較分析

1) 代表製品の 流通段階의 數

代表製品이 公장에서 出고되어 최종구매자에게 판매될 때까지의 代表的인 流通段階는 應答業體에 따라 0단계에서 4단계에 이르기까지 매우 多樣한 것으로 나타나고 있다.

業種에 따른 代表製品的의 流通段階의 差異의 有無를 알아보기 위해 χ^2 檢定을 한 結果 有意

<表-17> 代表製品的의 流通段階의 數 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 소비자에 직접 전 달	3 (10.0)	3 (12.5)	3 (9.4)	10 (38.5)	3 (11.1)	22 (15.8)
2. 1단계	3 (10.0)	5 (20.8)	13 (40.6)	5 (19.2)	4 (14.8)	30 (21.6)
3. 2단계	12 (40.0)	4 (16.7)	12 (37.5)	5 (19.2)	11 (40.7)	44 (31.7)
4. 3단계	9 (30.0)	8 (33.3)	3 (9.4)	6 (23.1)	7 (25.9)	33 (23.7)
5. 4단계	3 (10.0)	4 (16.7)	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.7)	8 (5.8)
6. 5단계이상	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.1)	0 (.0)	1 (3.7)	2 (1.4)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 39.468, DEGREE OF FREEDOM = 20, $\chi^2_{0.01} = 37.566$

水準 $\alpha=0.01$ 로서 業種間에 流通段階가 差異가 있음이 立證되었다.

流通段階가 가장 짧은 業種은 <表-17>에서 보는 바와 같이 전기·전자업종으로 消費者에게 직접 전달하는 경우가 應答業體의 38.5%, 3단계가 23.1%, 1단계 및 2단계가 똑같이 19.2%로 나타났다. 이와 같이 전기·전자업종의 流通段階가 가장 짧게 나타난 것은 Table 3-8에서 알 수 있는 바와 같이 전기·전자업종의 生産方式이 주문생산(46.2%)과 주문 또는 수요예측생산(46.2%)에 크게 의존하고 있기 때문이다. 한편 대표제품의 流通段階가 가장 긴 업종은 의복제조업으로 이의 流通段階의 數는 3단계(33.3%), 1단계(20.8%), 2단계(16.7%) 및 4단계(16.7%) 등의 순으로 나타났다. 수산물가공업과 식료품제조업의 流通段階는 매우 유사하며 應答業體의 약 40%가 2단계를 거쳐서 代表製品이 消費者에게 販賣되는 것으로 나타났다.

2) 代表製品의 流通構造

調査對象業種의 代表製品에 대한 流通構造는 <表-18>에서 보는 바와 같이 竝列型이 가장 많고(46.8%), 다음이 單一段階(23.7%), 나무형(18.7%)등의 順으로 나타났다. 業種에 따른 代表製品의 流通構造의 差異의 有無를 알아보기 위해 χ^2 檢定을 한 結果 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種에 따라 流通構造에 差異가 있다고 할 수 있다.

<表-18> 代表製品의 流通構造 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 단일 단계	3 (10.0)	4 (16.7)	7 (21.9)	13 (50.0)	6 (22.2)	33 (23.7)
2. 직렬형	1 (3.3)	4 (16.7)	3 (9.4)	2 (7.7)	3 (11.1)	13 (9.4)
3. 병렬형	18 (60.0)	7 (29.2)	16 (50.0)	10 (38.5)	14 (51.9)	65 (46.8)
4. 나무형	8 (26.7)	8 (33.3)	6 (18.8)	0 (.0)	4 (14.8)	26 (18.7)
5. 네트·워크형	0 (.0)	1 (4.2)	0 (.0)	1 (3.8)	0 (.0)	2 (1.4)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 28.948, DEGREE OF FREEDOM = 16, $\chi^2_{0.05} = 26.296$

業種에 따른 流通構造의 差異를 살펴보면 식료품, 제약 및 수산물가공제조업의 流通構造는 각각 應答業體의 60.0%, 50.0%, 51.9%가 竝列型 流通構造를 갖고 있다. 한편 전기·전자는 單一段階가 50.0%로 가장 많은 반면에 의복제조업은 매우 多樣한 流通構造를 갖고 있음을 알 수 있다.

3) 代表製品の 在庫管理의 管掌範圍

〈表-19〉는 代表製品에 대한 在庫管理를 本社에서 販賣經路의 어느 단계까지 管掌하고 있는가를 파악하기 위하여 작성된 것이다. 전체 調査對象業體의 代表製品에 대한 在庫管理의 管掌範圍를 보면 本社에서만 한다(49.6%), 本社와 가까운 流通段階까지 한다(25.9%), 本社에서 최종 유통단계까지 한다(22.3%)의 順으로 나타났다. 業種에 따른 在庫管理의 管掌範圍의 差異를 알아보기 위해 χ^2 檢定을 한 結果 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 業種에 따라 差異가 있다고 할 수는 없다.

〈表-19〉 代表製品の 在庫管理의 管掌範圍 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 본사에서만 한다	13 (43.3)	14 (58.3)	13 (40.6)	16 (61.5)	13 (48.1)	69 (49.6)
2. 본사와 가까운 유통 단계까지 한다	11 (36.7)	2 (8.3)	7 (21.9)	7 (26.9)	9 (33.3)	36 (25.9)
3. 본사에서 최종유통 단계까지 한다	5 (16.7)	8 (33.3)	12 (37.5)	3 (11.5)	3 (11.1)	31 (22.3)
4. 전혀 재고관리를 하지 않는다	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.7)	1 (.7)
5. 잘 모르겠다	1 (3.3)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.7)	2 (1.4)
합 계	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 21.829, DEGREE OF FREEDOM = 16, $\chi^2_{0.05} = 26.296$

4) 代表製品の 流通段階別 安全在庫의 有無

代表製品에 대한 安全在庫는 전체 應答業體의 82%가 本社 또는 流通段階에 安全在庫를 두

〈表-20〉 代表製品の 流通段階別 安全在庫 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 북	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 본사에만 둔다	8 (26.7)	12 (50.0)	19 (59.4)	14 (53.8)	9 (33.3)	62 (44.6)
2. 본사 및 가까운 유통단계에 둔다	10 (33.3)	3 (12.5)	6 (18.8)	5 (19.2)	10 (37.0)	34 (24.5)
3. 본사와 모든 유통 단계에 둔다	4 (13.3)	3 (12.5)	6 (18.8)	4 (15.4)	1 (3.7)	18 (12.9)
4. 본사와 모든 유통 단계에 두지않는다	7 (23.3)	6 (25.0)	1 (3.1)	3 (11.5)	5 (18.5)	22 (15.8)
5. 기타	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (7.4)	2 (1.4)
6. 잘 모르겠다	1 (3.3)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (.7)
합	30	24	32	26	27	139

CHI-SQUARE VALUE = 30.686, DEGREE OF FREEDOM = 20, $\chi^2_{0.05} = 31.410$

고 있는 것으로 나타났으며 전체 應答業體의 15.8%는 安全在庫를 두고 있지 않는 것으로 나타났다.〈表-20〉 참조)

業種別로 보면 有意水準 $\alpha=0.05$ 로서 有意하다고 할 수는 없으나 제약업종의 경우는 應答業體의 96.9%가 安全在庫를 두고 있는 것으로 나타났다. 이는 〈表-10〉의 代表製品에 대한 消費者의 注文形態에서 나타난 바와 같이 제약업의 경우 消費者의 注文形態가 매우 불규칙하기 때문에 이에 대한 조치로서 다른 業種에 비해 많은 業體가 流通段階에 安全在庫를 두고 있는 것으로 推定된다.

5) 代表製品의 販賣單價에 대한 總流通費用

流通經路上에서 發生하는 代表製品의 販賣單價에 대한 總費用의 비율을 조사한 결과가 〈表-21〉에 나타났다. 業種과 販賣單價에 대한 總流通費用이 차지하는 百分率간의 交叉分析에 의하면 有意水準 $\alpha=0.01$ 로서 고도로 有意한 것으로 나타났다. 業種間에 代表製品의 販賣單價에 대한 總流通費用이 차지하는 비율을 보면, 전기·전자, 의복제조업이 상대적으로 낮은 반면에 수산물가공업과 제약제조업은 높은 것으로 나타났다.

〈表-21〉 代表製品의 販賣單價에 대한 總流通費用 단위: 도수 및 백분율

항 목	식 료 품	의 복	제 약	전기·전자	수산물가공	합 계
1. 5%미만	8 (27.6)	9 (40.9)	6 (18.8)	14 (53.8)	6 (22.2)	43 (31.6)
2. 6-10%	12 (41.4)	7 (31.8)	12 (37.5)	9 (34.6)	10 (37.0)	50 (36.8)
3. 11-15%	1 (3.4)	2 (9.1)	4 (12.5)	1 (3.8)	3 (11.1)	11 (8.1)
4. 16-20%	7 (24.1)	0 (.0)	2 (6.3)	0 (.0)	3 (11.1)	12 (8.8)
5. 21-25%	1 (3.4)	2 (9.1)	3 (9.4)	2 (7.7)	2 (7.4)	10 (7.4)
6. 26-30%	0 (.0)	0 (.0)	3 (9.4)	0 (.0)	0 (.0)	3 (2.2)
7. 31-40%	0 (.0)	2 (9.1)	1 (3.1)	0 (.0)	1 (3.7)	4 (2.9)
8. 41% 이상	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.1)	0 (.0)	2 (7.4)	3 (2.2)
합 계	29	22	32	26	27	136

CHI-SQUARE VALUE = 42.652, DEGREE OF FREEDOM = 28, $\chi^2_{0.01} = 41.337$

IV. 在庫管理 模型構築

1. 從來의 研究動向

本 論文에서는 調達 期間이 不確實한 狀況下에서 品切期間中 需要의 一部分이 負在庫되고 나머지의 需要가 販賣遺失되는 確率的인 (Q, r) 在庫시스템에 대한 模型을 設定하고, 近似解 (Q^*, r^*) 를 구하는 反復的인 알고리즘을 提示한다. 이 模型에서 品切期間中 發生하는 負在庫費用(backorder cost)은 負在庫의 持續期間에 비례하나 遺失需要에 대해서는 單位당 遺失利潤을 包含한 遺失販賣 罰科費用(penalty cost of a lost sale)을 適用하여 在庫關聯費用의 最小化가 利益의 最大化와 一致하게 하였다.

한편 이 論文에서 提示된 模型은 負在庫比率(backorder ratio)이 1과 0인 양극단에서는 통상의 負在庫模型과 遺失販賣 在庫模型으로 還元되며, 또한 調達期間이 確定的이고 品切을 許容하지 않는 狀況下에서의 經濟的 發注量 模型으로 환원된다. 在庫管理의 模型化에 대한 研究는 現在에 이르기 까지 매우 활발하게 이루어 지고 있으며 關聯文獻의 編數도 1000편을 훨씬 넘으리라 생각된다. 反町⁷⁾에 의하면 在庫管理를 各 品目單位로 보고 다음과 같은 3가지의 基本的인 決定事項을 제시하고 있다.

- (1) 在庫調查間隔의 決定
- (2) 補充發注의 時期決定
- (3) 補充發注量의 決定

이상의 決定事項을 解決하기 위한 環境因子는 需要, 發注量(生産量), 品目數, 對象計劃期間, 需要의 時間的 變化(靜態的, 動態的), 調達 期間의 性質, 費用, 過剩需要의 處理 方法(完全 負在庫, 完全 販賣遺失, 部分負在庫), 製品 수명, 在庫位置의 個數 및 評價基準으로 세분할 수 있다.

여기서는 本 論文에서 提示한 在庫模型을 위의 基本的인 決定事項과 環境因子別로 그 特性을 說明하면 다음과 같다. 本 論文의 在庫調查間隔은 連續檢討를 前提로 하고 있으며, 發注時期와 發注量은 定量發注方式(一名 發注點方式)을 採擇하고 있다. 環境因子로서의 需要는 確定的 靜態的 需要를 前提로 하며, 發注量은 確定的 離散量이며 單一品目, 有限期間 在庫模型이다. 한편 調達期間은 既知의 確率分布에 따르는 確率的 調達期間을 갖고 있으며 在庫關聯費用으로는 發注費, 在庫維持費, 負在庫費, 販賣遺失 罰科費를 고려하고 있으며, 品切期間 중의 需要에 대한 處理方法은 가장 一般的이라고 생각되는 部分 負在庫를 고려하고 있다. 이상과 같은 前提하에서 本 論文은 總 年間可變費用을 最小化하는 單一段階 在庫模型(single echelon model)을 개발하고 最適解를 구하는 발견적 근사해법을 제시하였다.

7) 反町迪子, 在庫理論의 最近의 動向, オペレーションズリサーチ, Vol. 30, No. 11, pp. 673-680, (1985).

在庫管理의 問題를 다룬 研究는 무수하게 많지만 초기의 계량적 모형은 Wilson⁸⁾의 경제적 발주량(economic lot size)모형으로부터 출발하여 최근에 이르기까지 다양한 모형으로 발전하여 왔다. Wilson의 모형은 단일품목, 확정적수요, 판매단가 및 재고유지비의 선형성등 많은 가정하에 도출되었다. 그러나 현실성을 고려할 때 이러한 가정들은 모형의 유용성을 크게 떨어뜨린다. 따라서 계량적 재고모형의 발전은 주로 이러한 가정들을 완화하고 개선하는 방향으로 발전되어 왔다. 먼저 完全 負在庫와 完全 遺失販賣의 初期模型으로 Hadley 와 Whitin⁹⁾의 模型을 들수 있으며 이들은 確定的 需要와 確定的 調達期間의 假定下에서 單一段階 在庫模型에 있어서의 發注量과 發注點을 구하는 解法을 提示하고 있다. 또한 이들은 이를 擴張하여 確率的 需要下에서의 近似模型을 開發하고 發注點과 發注量을 구하는 反復的인 數直解法을 提示하고 있다.

確定的인 需要에 의한 負在庫와 遺失販賣의 混合을 고려한 在庫模型과 더불어 그 解法을 提示한 初期의 研究는 Montgomery, Bazaraa 및 Keswani¹⁰⁾에 의해 提示되었다. 이들은 負在庫費用이 時間에 무관하고 品切期間을 무시한 期待週期로서 確率的 需要하에서의 模型을 提示하였다. 그 후 Rosenberg¹¹⁾는 假需要率(fictitious demand rate)을 使用하여 定式化하고, 投影分解法(decomposition by projection)을 使用하여 最適解의 探索을 行하였다.

한편 Park^{12,13)}은 確定的인 需要하에서 時間에 比例하는 負在庫費用(time-proportional backorder cost)과 遺失單位當 固定罰科費用(fixed penalty cost per unit lost)을 定義하여 模型을 構築하고 直接的으로 發注量과 發注點을 구하는 方法을 開發하였다. 그 후 Kim 과 park¹⁴⁾은 위의 研究를 延長하여 確率的으로 變動하는 靜態的 需要의 경우에 대한 平均年間可變費用의 函數를 유도하고 解를 구하기 위한 發見의 近似解法을 提示하였다. 한편 whitin¹⁵⁾은 앞에서 서술한 Rosenberg와 Park의 論文의 數值例에 대해 經濟的인 制約式의 추가가 必要하다는 點을 지적하였다. Das¹⁶⁾는 時間加重 負在庫를 갖는 (Q,r) 在庫模型의 解

-
- 8) Hamdy A.Taha, *Operations Research*, Third Edition, Macmillan Publishing Co.,Inc., New York, 1982, pp. 497-499.
 - 9) G. Hadley and T.M.Whitin, *Analysis of Inventory Systems*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1963, pp. 162-175.
 - 10) D.C. Montgomery, M.S. Bazaraa and A.K. Keswani, "Inventory Models with a Mixture of Backorders and Lost Sales," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol.20, No. 2, pp. 255-263, (1973).
 - 11) D. Rosenberg, "A New Analysis of a Lot-Size Model with Partial Backlogging," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 26, No.2, pp. 349--353,(1979).
 - 12) K.S. Park, "Inventory Model with Partial Backorders," *International Journal of System Science*, Vol. 13, No.12, pp.1313-1317,(1982).
 - 13) K.S. Park, "Another Inventory Model with a Mixture of Backorders and Lost Sales," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 30, No. 3, pp. 397-400. (1983).
 - 14) D.H. Kim and K.S. Park, "(Q,r) Inventory Model with a Mixture of Lost Sales and Time-Weighted Backorders," *Journal of Operational Research Society*, Vol. 3, pp. 231-238, (1985).
 - 15) T.M. Whitin, "Recent Articles on Partial Backorders: Comment," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 32, pp. 361-362,(1985).
 - 16) C. Das, "Q,r Inventory Models with Time Weighted Backorders," *Journal of Operational Research Society*, Vol. 34, No. 5, pp. 401-412, (1983).

를 구하기 위해 흔히 利用되고 있는 反復的인 方法이 2個의 充分條件을 滿足할 경우 非反復的인 方法으로 代置될 수 있음을 보여주고 있다. 姜錫昊, 朴光泰¹⁷⁾는 調達期間이 不確實한 狀況下에서의 負在庫만을 許容하는 一段階 確定需要의 在庫模型을 수립하고 이를 多段階分配 시스템으로 擴張하였다.

現實的으로 需要率이 一定한 경우를 살펴보면 連續生産시스템에 대한 諸投入要素나 生産能力이 完全히 稼動될 때 所要되는 원자재나 部品및 半製品을 생각할 수 있다.

本 論文은 위와 같은 生産시스템의 投入要素 즉 원재료, 部品및 半製品을 對象製品으로 하는 在庫點(stocking point)의 在庫管理 問題를 解決하기 위해 時間에 比例하는 負在庫費用과 遺失單位當 固定罰科費用에 의해 問題를 定式化하고 近似的인 反復的 解法節次를 開發하는데 目的을 두고있다.

2. 模型의 假定과 記號

調達期間이 不確實하며 단지 分布만이 주어져 있는 경우의 一段階(single—echelon), 單一品目, 一定需要의 (Q, r) 模型을 도출하고자 한다. 品切期間중의 負在庫는 總 品切數量의 一定比率(β)로 주어지고, 나머지는 完全 販賣遺失된다고 假定한다.

假定과 記號는 다음과 같다.

假定:

가) 製品의 單價는 發注量에 무관하고 一定하다.

나) 正味在庫(net inventory)를 근거로한 發注點은 陽數(positive)이다.

다) 未決注文(outstanding order)은 하나를 초과하지 않는다.

라) 調達期間(lead time)은 不確實하며 連續分布로서 주어져 있다.

마) 單位時間當 需要는 一定하다.

記號 定義:

A: 週期當 發注費用

D: 年間需要(一定)

$f(t)$: 調達期間의 連續確率 密度函數

H: 單位當 年間 在庫維持費用, $H > 0$

P: 遺失利潤을 包含한 遺失販賣 罰科費用, $P > 0$

Q: 發注量

R: 週期當 總需要(新 意思決定變數)

17) 姜錫昊·朴光泰, 注文引渡期間이 不確實한 狀況下에서의 (Q, r) 在庫模型과 多段階 分配 시스템에의 應用에 관한 研究, 韓國經營科學會誌, 第11卷 第1號, pp. 44-50, (1986).

r : 發注點

S : 週期末 品切數量

t : 調達期間

T : 週期的 길이 (cycle length)

β : 負在庫比率 (backorder ratio), $0 \leq \beta \leq 1$

y(r) : 週期末 期待 品切數量

μ : 調達期間의 平均

π : 年間單位當 負在庫費用, $\pi > 0$

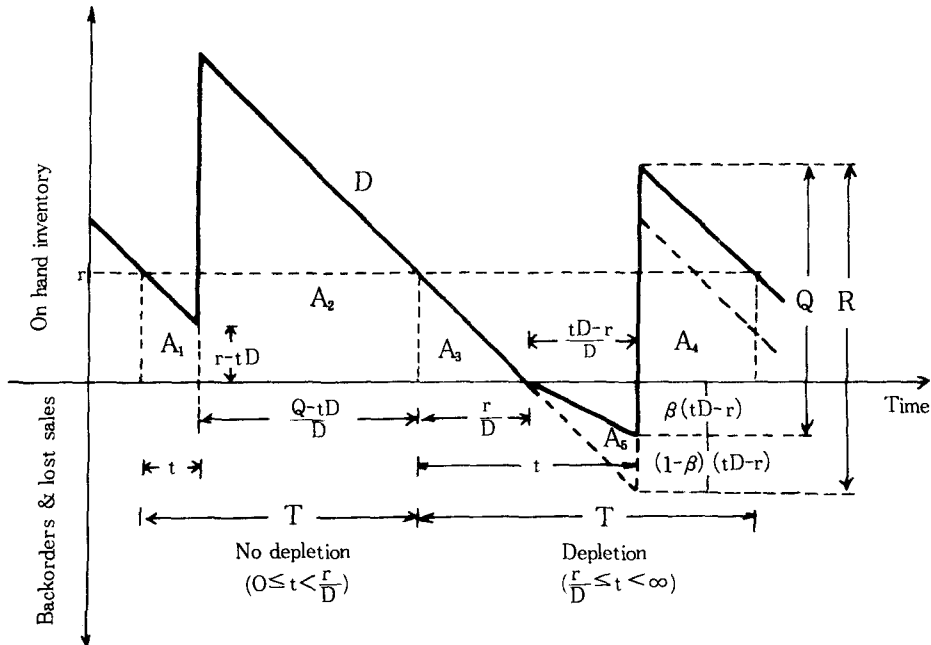
σ : 調達期間의 標準偏差

* : 最適解를 표시하는 첨자

3. 模型의 定式化

需要가 一定하고 調達期間이 不確實한 경우의 在庫시스템의 行態가 <그림-1>에 나타나있다. 調達期間 t의 分布는 平均이 μ 이고 標準偏差가 σ 인 連續密度函數 f(t)라고 하자. 週期末 期待 品切需要量 y(r)은 다음과 같다.

$$y(r) = \int_{r/D}^{\infty} (tD-r)f(t)dt$$



<그림-1> 在庫시스템의 行態

따라서 週期當 期待負在庫數量은 $\beta y(r)$ 이 되고, 週期當 遺失需要量은 $(1-\beta)y(r)$ 이 된다. 한편 週期當 期待總需要量 $E(R)$ 은 $Q+(1-\beta)y(r)$ 이므로 期待週期の 길이(expected cycle length)는 다음과 같다.

$$E(T)=[Q+(1-\beta)y(r)]/D$$

年間平均 可變費用을 定式化 하기 위하여 發注點사이를 한 週기로 삼아 分析하고자 한다. <그림-1>에서 보는 바와 같이 調達期間 t 의 값에 따라 品切이 發生하지않는 경우와 品切이 發生하는 경우로 구분된다. 즉, $0 < t < r/D$ 일 때는 品切이 發生하지 않으며, $t \geq r/D$ 일 때는 品切이 發生한다.

먼저 이 두가지의 경우를 고려하여 週期當 期待可變費用을 구하기로 한다. 週期當 期待在庫量의 계산은 期待現在庫(expected on hand inventory)를 기준으로 發注點에 도달한 때로부터 다음 注文量이 도착할 때 까지의 기간과 注文量이 도착해서 다음 發注點에 이르기 까지의 기간으로 구분하여 산출한다. 먼저 品절이 없는 경우($0 \leq t < r/D$)를 고려하면 <그림-1>에서 보는 바와 같이 注文量이 도착하기 직전의 現在庫水準은 $(r-tD)$ 가 될 것이며 注文量이 도착한 직후의 現在庫水準은 $(Q+r-tD)$ 가 될 것이다.

한편 注文量이 도착한 직후부터 재고수준이 發注點 r 에 이르기 까지 걸리는 시간은 $(Q-tD)/D$ 가 되므로 주기당 기대재고량은 면적 A_1 과 A_2 의 합의 기대치와 같다.

$$E(A_1+A_2) = \frac{Q}{D} \int_0^{r/D} (Q/2+r-tD)f(t)dt \tag{1}$$

이제 <그림-1>에서 品절이 있는 경우($t \geq r/D$)는 在庫水準이 發注點에서 品절이 발생할 때까지 걸리는 시간은 r/D 이며, 注文量이 도착한 후부터 現在庫水準이 다시 發注點에 이르기까지 걸리는 시간은 $\{Q-r-\beta(tD-r)\}/D$ 이며, 注文量이 도착한 직후의 現在庫水準은 $\{Q-\beta(tD-r)\}$ 이 된다. 따라서 品절발생시의 주기당 기대재고량은 면적 A_3 와 면적 A_4 의 합의 기대치와 같고 다음과 같이 표시된다.

$$E(A_3+A_4) = \frac{1}{2D} \int_{r/D}^{\infty} (Q-\beta tD+\beta r)^2 f(t)dt \tag{2}$$

따라서 週期當 期待在庫維持費用은 式(1)과 式(2)를 합한 후 여기에 단위 시간당 재고유지 비용 H 를 곱하면 式(3)와 같다.

$$\frac{HQ}{D} \int_0^{r/D} (Q/2+r-tD)f(t)dt + \frac{H}{2D} \int_{r/D}^{\infty} (Q-\beta tD+\beta r)^2 f(t)dt \tag{3}$$

週期當 期待遺失需要는 $\int_{r/D}^{\infty} (1-\beta)(tD-r)f(t)dt = (1-\beta)y(r)$ 이므로 週期當 期待 遺失販賣 罰科費用은 다음과 같다.

$$P(1-\beta)y(r) \tag{4}$$

週期當 品切이 發生하는 期間은 $(tD-r)/D$ 이고 負在庫되는 需要는 $\beta(tD-r)$ 이다. 따라서 週期當 期待負在庫數量은 면적 A_5 의 期待值이므로 週期當 期待負在庫費用은 다음과 같다.

$$\frac{\beta\pi}{2D} \int_{r/D}^{\infty} (tD-r)^2 f(t) dt \quad (5)$$

이상에서 週期當 期待可變費用은 發注費用, 在庫維持費用, 負在庫費用 및 遺失販賣罰科費用으로 구성되며 式(3), (4), (5)를 합하고 週期當 發注費用 A 를 추가하면 다음과 같이 표시된다.

$$A + \frac{HQ}{D} \int_0^{r/D} (Q/2+r-tD)f(t) dt + \frac{H}{2D} \int_{r/D}^{\infty} (Q-\beta tD+\beta r)^2 f(t) dt + P(1-\beta)y(r) + \frac{\beta\pi}{2D} \int_{r/D}^{\infty} (tD-r)^2 f(t) dt \quad (6)$$

年間 總期待可變費用을 구하기 위해 年間 平均週期回數 $D/\{Q+(1-\beta)y(r)\}$ 을 式(6)의 각 項에 곱하면 式(7)을 얻는다.

$$\frac{AD}{Q+(1-\beta)y(r)} + \frac{HQ}{Q+(1-\beta)y(r)} \int_0^{r/D} (r-tD+Q/2)f(t) dt + \frac{H}{2\{Q+(1-\beta)y(r)\}} \int_{r/D}^{\infty} (Q-\beta tD+\beta r)^2 f(t) dt + \frac{DP(1-\beta)y(r)}{Q+(1-\beta)y(r)} + \frac{\beta\pi}{2\{Q+(1-\beta)y(r)\}} \int_{r/D}^{\infty} (tD-r)^2 f(t) dt \quad (7)$$

위의 式(7)에 약간의 數學的 操作을 하면 다음과 같은 年間 總期待可變費用의 函數인 $K(Q, r)$ 을 얻는다.

$$K(Q, r) = \frac{AD}{Q+(1-\beta)y(r)} + H \left[\frac{Q}{2} + \frac{(1-\beta)y(r)}{2} + r - \mu D + \frac{(1-\beta)\{2\mu D - 2r - (1-\beta)y(r)\}y(r)}{2\{Q+(1-\beta)y(r)\}} \right] + \frac{DP(1-\beta)y(r)}{Q+(1-\beta)y(r)} + \frac{\beta(\pi+\beta H)}{2\{Q+(1-\beta)y(r)\}} \int_{r/D}^{\infty} (tD-r)^2 f(t) dt \quad (8)$$

여기서 위에서 유도된 式(8)과 既存에 개발된 年間 在庫費用函數와의 關聯性을 고찰해 보기로 하자.

式(8)에서 調達期間 t 가 일정하다면 調達期間의 需要量은 $(r+S)$ 가 될 것이다. 따라서 式(8)에서 調達期間의 需要量 $tD \rightarrow (r+S)$, 週期末 期待品切數量 $y(r) \rightarrow S$, 週期當 總需要量 $Q+(1-\beta)y(r) \rightarrow R$, $(\mu D-r) \rightarrow S$ 로 변환하면 式(9)을 얻는다.

$$\frac{1}{2R} [2AD + H(R-S)^2 + 2DP(1-\beta)S + \beta\pi S^2] \quad (9)$$

위 식은 확정적인 상황하에서의 部分 負在庫模型에 대한 Park¹⁸⁾의 式과 일치한다. 한편 式(8)에서 調達期間 t 가 일정하고, $\beta=1$ 일때 즉 完全 負在庫模型일 경우는 $R=Q$ 가 되므로 다음의 式(10)이 유도된다.

18) 朴景洙, 資材管理 및 在庫統制, 서울, 究冕社, 1986, pp. 116-120.

$$\frac{AD}{Q} + \frac{H}{2Q} (Q-S)^2 + \frac{\pi S^2}{2Q} \quad (10)$$

위의 식(10)은 Hadley와 Whitin¹⁹⁾의 負在庫만을 허용할 경우의 平均年間費用函數와 동일하다. 다만 식(10)에서 負在庫費用에 대한 고정비의 항이 없는 것은 本論文에서는 負在庫에 대한 時間加重費用만 고려했기 때문이다. 같은 상황하에서 $\beta=0$ 일 때 즉 品切數量이 모두 販賣遺失되는 경우는 $R=Q+S$ 가 되므로 이를 식(9)에 대입하면 Hadley와 Whitin²⁰⁾이 제시한 遺失販賣만을 고려한 年間 在庫費用函數인 다음의 식(11)을 얻는다.

$$\frac{AD}{Q+S} + \frac{HQ^2}{2(Q+S)} + \frac{PDS}{(Q+S)} \quad (11)$$

또한 식(8)에서 $\beta=1$ 일 때 즉 調達期間이 確率變數이고, 品切數量이 모두 負在庫되는 경우는 식(8)로부터 직접적으로 다음의 식(12)가 유도된다.

$$\frac{AD}{Q} + H \left\{ \frac{Q}{2} + r - \mu D \right\} + \frac{\pi + H}{2Q} \int_{r/D}^{\infty} (tD - r)^2 f(t) dt \quad (12)$$

식(12)은 調達期間의 不確實성과 더불어 完全 負在庫를 가정하고 유도한 姜錫昊, 朴光泰의 費用函數와 완전히 일치함을 알 수 있다.

마지막으로 식(8)로부터 調達期間이 확실하고, 品切을 허용하지 않을 경우 쉽게 經濟的發注量模型의 費用函數로 환원된다. 이제 식(8)을 이용하여 $K(Q, r)$ 을 최소로 하는 Q^* 와 r^* 를 구해보자. 여기서는 분석의 편의상 다음과 같은 1:1 변환을 통하여 새로운 意思決定變數 R 을 도입하기로 하자.

$$\begin{bmatrix} R \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q + (1-\beta)y(r) \\ r \end{bmatrix} \quad (13)$$

먼저 이 變換에 의한 最適化의 一貫성에 관한 證明을 하자.

<補助定理>

K 를 Q 와 r 의 函數라 하자. 그리고 $K(Q, r) = K[R - (1-\beta)y(r), r] = K'(R, r)$ 이 되도록 다음과 같은 1:1 變換을 하기로 하자.

$$\begin{bmatrix} R \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q + (1-\beta)y(r) \\ r \end{bmatrix}$$

만일 $\forall R \times r \in R^2$, $K'(R^*, r^*) \leq K'(R, r)$ 이면 $\forall Q \times r \in R^2$,

$K(Q^*, r^*) = K[R^* - (1-\beta)y(r^*), r^*]$ 가 성립한다

<證明>

이 變換은 1:1 대응이기 때문에

$$\begin{bmatrix} Q \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R - (1-\beta)y(r) \\ r \end{bmatrix}$$

19) G. Hadley and T.M. Whitin, *Ibid*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1963, pp. 42-44.

20) G. Hadley and T.M. Whitin, *Ibid*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1963, pp. 47-48.

21) 姜錫昊·朴光泰, *Ibid*, 韓國經營科學會誌., 第11卷 第1號, 1986, p. 46.

이 되고, 函數 K에서는 다음의 對應關係가 성립한다.

$$\begin{bmatrix} Q^* \\ r^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R^* - (1-\beta)y(r^*) \\ r^* \end{bmatrix}$$

따라서 $\forall Q \times r \in R^2$ 에서

$$\begin{aligned} K(Q^*, r^*) &= K[R^* - (1-\beta)y(r^*), r^*] = K'(R^*, r^*) \leq K'(R, r) \\ &= K[R - (1-\beta)y(r), r] = K(Q, r) \end{aligned} \quad (Q. E. D.)$$

이제 式(8)에 式(13)의 변환을 하면 다음의 式(14)를 얻는다.

$$\begin{aligned} K'(R, r) &= \frac{AD}{R} + H \left[\frac{R}{2} + r - \mu D + \frac{(1-\beta)y(r)}{2R} \{2\mu D - 2r - (1-\beta)y(r)\} \right] \\ &+ \frac{DP(1-\beta)y(r)}{2R} + \frac{\beta(\pi + \beta H)}{2R} \int_{r/D}^{\infty} (tD - r)^2 f(t) dt \end{aligned} \quad (14)$$

式(14)에서 $R=0$ 일 때는 $K'(R, r) = \infty$ 가 되기 때문에 R^* 는 0이 될 수 없다. 또한 假定 나로부터 r^* 는 0보다 커야한다. 따라서 $K'(R, r)$ 의 最小値는 境界上에서 존재할 수 없다. 따라서 R 과 r 이 最適이 될 必要條件(necessary condition)은 다음의 두 式을 만족해야한다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial K'}{\partial R} &= -\frac{AD}{R^2} + H \left[\frac{1}{2} - \frac{(1-\beta)y(r)\{2\mu D - 2r - (1-\beta)y(r)\}}{2R^2} \right] \\ &- \frac{DP(1-\beta)F(r/D)}{R^2} - \frac{\beta(\pi + \beta H)}{2R^2} \int_{r/D}^{\infty} (tD - r)^2 f(t) dt = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial K'}{\partial r} &= H - \frac{(1-\beta)H}{R} [y(r) + \{\mu D - r - (1-\beta)y(r)\}F(r/D)] \\ &- \frac{DP(1-\beta)F(r/D)}{R} - \frac{\beta(\pi + \beta H)y(r)}{R} = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

위 式에서 $F(r/D)$ 는 $f(t)$ 의 累積餘函數, 즉 $F(r/D) = \int_{r/D}^{\infty} f(t) dt$ 이다. 위의 式(15)와 式(16)을 정리하면 각각 다음과 같이 표시된다.

$$R = \sqrt{G_1 + H^{-1}\{2AD + 2DP(1-\beta)y(r) + \beta(\pi + \beta H) \int_{r/D}^{\infty} (tD - r)^2 f(t) dt\}} \quad (17)$$

$$\text{단, } G_1 = (1-\beta)y(r)\{2\mu D - 2r - (1-\beta)y(r)\}$$

$$RH = (1-\beta)HG_2 + DP(1-\beta)F(r/D) + \beta(\pi + \beta H)y(r) \quad (18)$$

$$\text{단, } G_2 = [(\mu D - r) - (1-\beta)y(r)]F(r/D) + y(r)$$

4. 反復解法 節次

平均 年間費用函數 $K(R, r)$ '를 最小化하는 最適解(R^*, r^*)를 구하는 反復的인 節次는 다음과 같다.

가. 確定的 狀況下에서의 經濟的 發注量의 產出 공식인 $Q = \sqrt{2AD/H}$ 를 利用하여 R의 初期 推定值를 구하고, 이 값을 R_1 이라 한다.

나. 式(18)의 R에 R_1 을 代入하여 Newton-Raphson의 方法을 利用해서 發注點 r을 구하고 이 값을 r_1 이라 한다.

다. 나.에서 구한 r_1 을 式(17)에 代入하여 R_2 를 구한다.

라. 만일 反復過程 i번째에서 $R_i = R_{i-1}$ 과 $r_i = r_{i-1}$ 이 되면 종료한다. 그렇지 않으면 節次 나.로 간다.

위의 反復節次 나.와 다.에서는 積分計算을 必要로 한다. 이때 必要로 하는 積分값을 수포를 利用하여 구하기 위해서는 다음의 式을 利用하면 된다. 단 調達期間 t의 分布가 平均이 μ 이고 標準偏差가 σ 인 正規分布에 따른다고 假定한다. 여기서 $r' = (r - \mu D) / \sigma D$ 라 하면

$$y(r) = \int_{r/D}^{\infty} (tD - r) dt = \sigma D \phi(r') + (\mu D - r) \Phi(r') \quad (19)$$

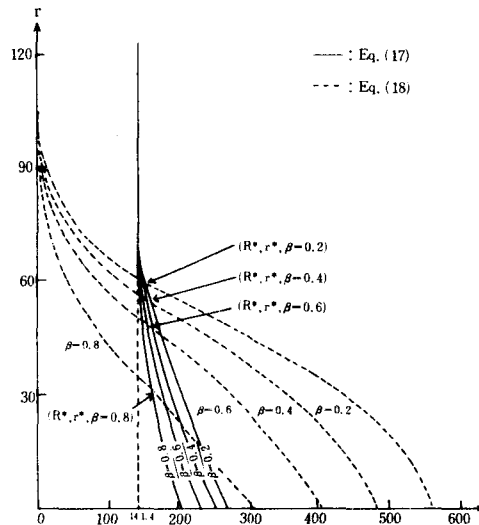
$$\int_{r/D}^{\infty} (tD - r)^2 f(t) dt = \{(\mu D - r)^2 + (\sigma D)^2\} \Phi(r') + (\mu D - r) \sigma D \phi(r') \quad (20)$$

위의 式(19)와 式(20)의 $\Phi(r')$ 와 $\phi(r')$ 는 각각 標準正規分布의 累積餘函數와 確率密度函數를 나타낸다.

이제 式(17)과 式(18)을 동시에 만족하는 解 R^* 와 r^* 를 구할 수 있다.

이 反復節次에 의해 해가 수렴되는 과정을 圖式的으로 證明하여 보자. 式(17)과 式(18)은 (R, r)平面上에서 각각 곡선으로 표시할 수 있다. 여기서 이 두개의 곡선의 형태에 대해 검토하기로 한다.

<그림-2>는 다음의 數值例의 資料를 利用하여 $\beta = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ 의 경우에 대해 (R-r)平면에 式(17)과 式(18)을 圖式化한 것이다. <그림-2>로부터 위에서 제시된 反復解法 節次가 R^* 와 r^* 에 수렴하는 것은 자명하다.



<그림-2> 解의 收斂

5. 數值例 및 感度分析

어느 水産會社에서 한 品目の 調達期間은 平均이 90日(0.25年)이고 標準偏差가 36日(0.1年)인 正規分布에 따른다고 하고 나머지 資料들이 다음과 같이 주어져 있다.

$D = 200$ 단위/年, $P = 0.3$ 만원/단위, $H =$ 단위당 0.1 만원/年, $\pi =$ 負在庫當 0.4 만원/年, $A = 5$ 만원/주문

위의 資料를 利用하여 위에서 제시한 해법절차에 의해 β 의 여러 값에 대한 最適解(Q^*, r^*) 및 最適 年間平均 可變費用 $K(Q^*, r^*, \beta)$ 를 구하면 <表-22>와 같다.

<表-22> $\sigma=0.1$ 일때 β 의 感度分析

β	0.0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
R^*	123	155	156	157	158	162	165
r^*	63	60	55	52	48	36	17
Q^*	151	151	152	153	154	159	165
$K(Q^*, r^*, \beta)$	16.7	16.4	16.1	15.9	15.6	14.8	13.3

<表-22>는 負在庫 比率 β 의 여러값에 대한 最適發注點 r^* 와 最適發注量 Q^* 의 변화과정을 보여주고 있다. 예를 들면 $\beta=0.5$ 일 때 앞에서 제시된 반복해법 절차에 따라 最適解를 구하면 $Q^*=153$, $r^*=52$ 및 $K(Q^*, r^*, 0.5)=15.9$ 만원이다. <表-22>에서 알 수 있는 바와 같이 β 의 값이 증가함에 따라 新 意思決定變數 R^* 와 發注量 Q^* 는 증가하나 發注點 r^* 와 平均 年間費用 $K(Q^*, r^*, \beta)$ 는 감소함을 알 수 있다.

한편 수요가 확정적인 在庫模型에서 年間總費用은

$$Kd = \sqrt{2ADH} = 14.1 \text{ 만원}$$

이다. $\beta=0.5$ 이고, $\sigma=0.1$ 에 대한 불확실성의 平均 年間費用은 $K(153, 52, 0.5) - Kd = 1.8$ 만원이다.

<表-23> σ 와 不確實性的의 年間費用의 感度分析

σ	0.0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
R^*	141	149	157	165	172	180	188
r^*	50	51	52	53	54	56	57
Q^*	141	147	153	159	165	172	178
$K(Q^*, r^*, \beta)$	14.1	15.0	15.9	16.8	17.7	18.6	19.6
不확실성의 연간비용	0.0	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.5

<表-23>은 $\beta=0.5$ 로 고정시키고 σ 의 여러 값에 대한 최적 운용정책을 보여주고 있다. <表-23>에서 명확히 알 수 있는 바와 같이 σ 의 값이 증가함에 따라 R^* , r^* , Q^* , $K(Q^*, r^*, 0.5)$ 및 不確實性的의 平均 年間費用이 모두 증가함을 나타내 주고 있다.

이러한 결과로 부터 平均 年間費用을 감소시키기 위해서는 조달기간뿐만 아니라 이에 수반되는 불확실성을 동시에 감소시킬 필요가 있음을 알 수 있다. 또한 調達期間을 감소시키는데 소요되는 限界費用을 불확실성의 年間費用을 통해서 推定할 수 있다.

V. 結 論

본 論文에서는 수산물가공품의 在庫시스템에 대한 實證的 分析을 통하여 現況과 實態를 파악하여 在庫시스템의 設計를 위한 기초자료를 제시하였다. 수산물가공품과 다른 제조업종의 생산제품과의 比較分析에 의한 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 수산물가공제조업은 조사된 다른 業種과 비교해 볼 때 많은 業體가 販賣活動을 위한 在庫管理를 위해서 完製品의 등급구분을 실시하고 있으며 이때의 基準은 주로 賣出額과 販賣價格이며 ABC分類方法을 적용하여 完製品의 등급분류를 하고 있다.

둘째, 수산물가공제조업의 代表製品의 需要變動은 수산물의 생산시기의 制約으로 인하여 다른 제조업체의 代表製品에 비하여 季節變動이 매우 큰 것으로 나타났다.

셋째, 수산물가공제조업은 조사된 業種중에서 在庫管理가 가장 취약한 것으로 나타났으나 수산물가공제조업에 종사하는 응답자는 自社의 代表製品에 대한 在庫管理의 정도를 높게 評價하고 있는 것으로 조사되었다.

넷째, 수산물가공제조업은 代表製品의 在庫關聯費用중에서 保管費用이 차지하는 比重이 조사된 다른 業種에 비하여 월등하게 높게 나타났다.

다섯째, 수산물가공제조업에 있어서 代表製品의 流通段階의 數는 2段階가 가장 많으며 流通構造는 많은 業體가 竝列型多段階 在庫시스템의 形態를 취하고 있다. 한편 本 論文에서는 기존의 論文이 調達期間의 不確實性을 調達期間중의 需要變動의 概念으로 파악한 點에 대해 本 論文은 수산물의 특성을 고려하여 조달기간자체를 確率變數로 취급하였다. 또한 品切期間중의 需要에 대해 品切이 發生했을 경우에 顧客의 多様な 反應을 고려하면 品切期間중 緊急을 요하지 않거나 忍耐力 있는 顧客은 需要가 充足될 때까지 기다리며, 緊急을 요하는 경우는 다른 購買處에서 購買하게 될 것이다. 本 論文에서는 이와같은 경우를 고려하여 負在庫와 遺失販賣를 동시에 고려하여 實用的인 側面에서의 在庫行態를 파악하고 實際的인 在庫問題의 近似解를 도출하였다. 또한 感度分析을 통하여 負在庫比率와 調達期間의 標準偏差에 따른 平均年間費用의 變動狀態를 分析하였다.

본 논문에서 제시된 在庫模型은 魚類를 원재료로 투입하여 제품을 생산하는 수산가공업의 경우 그 適用可能性이 매우 클 뿐만 아니라 需要變動이 비교적 작은 일반 工產品에 대해서도 이용가능할 것이다.

參 考 文 獻

- 1) 姜錫昊·朴光泰, 注文引渡期間이 不確實한 狀況下에서의 (Q, r)在庫模型과 多段階 分配 시스템에의 應用에 관한 研究, 韓國經營科學會誌, 第11卷 第1號, (1986).
- 2) 매일경제신문사, 會社年監 上·下, 1989.
- 3) 朴景洙, 資材管理 및 在庫統制, 서울, 究冕社, 1986.
- 4) 수산청 농림수산부, 농정주요지표, 1986.
- 5) 李康雨, 生産在庫技法의 利用實態에 관한 調查研究, 釜山水產大學 論文集(人文·社會科學篇), 第40輯, (1988).
- 6) 한국농촌경제연구원, 바다 및 어촌종합개발 방향과 정책과제, E17-11 연구단/교육11,

- 1987.
- 7) 反町迪子, 在庫理論の最近の動向, オペレーションズリサーチ, Vol. 30, No. 11, pp. 673-680, (1985).
 - 8) C. Das, "Q,r Inventory Models with Time Weighted Backorders," *Journal of Operational Research Society*, Vol. 34, No. 5, pp. 401-412, (1983).
 - 9) E.W. Davis, "A Look at the Use of Production-Inventory Techniques: Past and Present," *Production and Inventory Management, Fourth Quarter*, pp. 1-19, (1975).
 - 10) G. Hadley and T.M. Whitin, *Analysis of Inventory Systems*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1963.
 - 11) D.H. Kim and K.S. Park, "(Q,r) Inventory Model with a Mixture of Lost Sales and Time-Weighted Backorders," *Journal of Operational Research Society*, Vol. 3, pp. 231-238, (1985).
 - 12) D.C. Montgomery, M.S. Bazaraa and A.K. Keswani, "Inventory Models with a Mixture of Backorders and Lost Sales," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 20, No. 2, pp. 255-263, (1973).
 - 13) K.S. Park, "Inventory Model with Partial Backorders," *International Journal of System Science*, Vol. 13, No. 12, pp. 1313-1317, (1982).
 - 14) K.S. Park, "Another Inventory Model with a Mixture of Backorders and Lost Sales," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 30, No. 3, pp. 397-400, (1983).
 - 15) D. Rosenberg, "A New Analysis of a Lot-Size Model with Partial Backlogging," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 26, No. 2, pp. 349-353, (1979).
 - 16) Hamdy A. Taha, *Operations Research*, Third Edition, Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1982, pp. 497-499.
 - 17) T.M. Whitin, "Recent Articles on Partial Backorders: Comment," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 32, pp. 361-362, (1985).

Summary

The objective of this study is to develop an inventory model for the inventory management of a stocking point which sells processed fisheries products. The study, first of all, sets up fisheries processing companies, food companies, apparel companies, pharmaceutical companies and electronic and electrical companies as a population. Then, a comparative study is empirically applied to obtain the inventory characteristics of final products by industry through a survey of a sample selected by a random sampling procedure.

The major inventory characteristics of processed fisheries products obtained from the above analysis can be summarized as follows:

1) The major demand characteristics of processed fisheries products is to have wide seasonal fluctuations because the supply of raw materials (*i.e.*, fisheries products) heavily depends on the productive capacity of nature.

2) It has found that fisheries processing companies are the worst in inventory management among the various industries selected in the sample. However, the self-rating of inventory management system by inventory managers of companies shows that the fisheries processing companies are relatively higher than the other companies.

3) The portion of inventory holding cost out of inventory relevant cost is very high for processed fisheries products compared with final products of the other industries.

4) Processed fisheries products are distributed to final consumers through roughly two distribution echelons and take a parallel type inventory system for their distribution structure.

In order to develop an inventory model which reflects the inventory characteristics of processed fisheries products mentioned in the above, an inventory model with partial backorders is developed under the situation of stochastic lead time under the consideration of the inventory characteristics of processed fisheries products and then an iterative solution method is provided for the model. Then this study analyzes sensitivity for the standard deviation of lead time in the model by numerical examples.