

# 회수물류 시스템에서의 작업자 수행도 평가 시스템 개발 연구

## - A Study on Development of Worker Performance Evaluation System in the Reverse Logistics -

양 광 모 \*  
Yang, Kwang-Mo \*  
윤 준 섭 \*\*  
Yun, Jun-Sub \*\*  
강 경 식 \*\*\*  
Kang, Kyong-Sik \*\*\*

### ABSTRACT

Reducing the logistic cost may be accomplished by numbers of logistic management methods, but the most fundamental and essential one is the accomplishment of the consistent reverse logistics system that is the core of worker performance system, and the purpose of consistent reverse system is the treatment of logistic functions such as transportation, storage and unloading with consistent logistics, and increasing the turnover ratio is required for the improvement of the system. As the turnover ratios is increased, this paper make reverse worker performance evaluation system with lifetime value include of weight variables.

Key Word : Reverse Logistics, Lifetime Value, AHP

### 1. 서 론

물류 공동화 기기를 사용하는 회수 물류시스템에서 물류원가를 절감하기 위해서는 회수 업무를 담당하고 있는 작업자들의 효율이 매우 중요하다. 현재 회수 물류 시스템

---

\* 유한대학 산업시스템경영과 전임강사

\*\* 한국과레트폴 (주) 기획실 이사

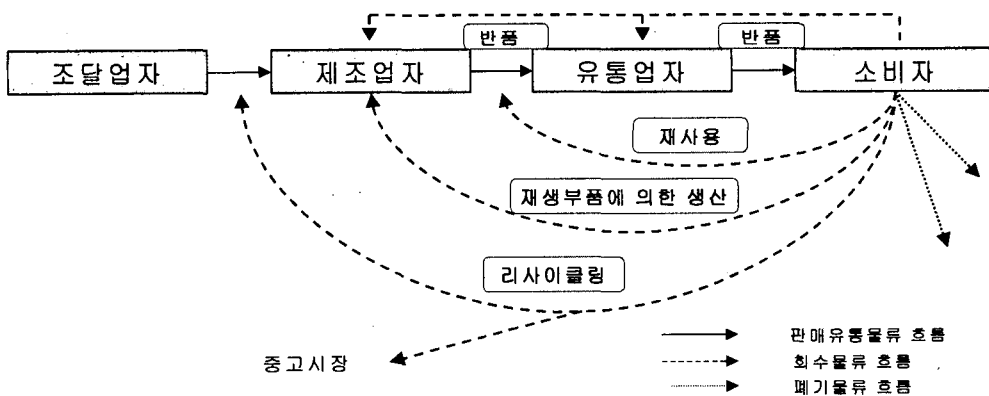
\*\*\* 명지대학교 산업공학과 교수

에서 가장 문제가 되고 있는 것이 제품에 대한 회수가 가장 큰 부분을 차지 하고 있기 때문에 본 연구에서 추구하고자 하는 회수 담당자들의 효율성을 증대하고자 하는 업무 수행도 평가는 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 고객을 평가하는 생애가치[4,5]의 개념을 도입하여 작업자들의 업무 수행도를 평가하고자 한다. 이를 위해서 업체를 선정하고 업무에 대한 변수를 선정하여 AHP (Analytic Hierarchy Process)[6,7,8]로 중요도를 선정하는 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 회수물류의 개념

회수물류 시스템은 폐기물의 감축, 관리 및 처리에 관련된 모든 물류기술 및 활동 전체를 의미하는데 이는 기업이 소비자가 사용한, 사용중 고장난, 또는 구형으로 더 이상 사용을 원치 않는 유해하거나 유해하지 않은 자사제품 및 관련 포장재 모두를 다시 회수하는 프로세스로서, 관련된 제품 및 정보의 흐름은 정상적인 물류활동의 반대 방향으로 이동하게 된다. 아래의 그림은 일반적인 회수물류시스템과 그 반대로 작용하는 판매유통물류를 표현하고 있다.



[그림 1] 포워드(forward)와 리버스(reverse)의 물류 흐름도[3]

회수물류에 대해 Murphy & Poist[1]는 ‘유통경로상에서 소비자로부터 생산자에게로 제품이 이동하는 것’으로 정의 내림으로써 그 범위를 명확히 하였으나 이후 Stock[2]은 ‘상품의 반품, 자원의 감소, 재생산, 자원의 대체, 상품의 재사용, 쓰레기의 처리, 재처리, 수리, 재생산과 관련된 물류의 활동’으로 단순한 제품의 이동이 아니라 그 범위에서 발생하는 모든 활동을 회수물류로 정확히 규정하였다.

### 3. 변수선정 및 중요도 산정 방법

회수 물류에서 회수를 담당하고 있는 작업자들을 평가하기 위해서는 여러 가지의 변수를 선정할 수 있으며, 그 내용은 아래와 같다.

- ① 제품회수율 : 실물회수와 재입고되는 수량의 합
- ② 재고조사 : 재고파악으로 인한 자산 손실을 저하 목표
- ③ 업체방문 : 고객이 요청한 모든 사항에 대한 처리비율
- ④ 계약건수 : 실수요업체중 당해 연도 신규로 계약한 업체 수
- ⑤ 미수금 회수율 : 미수금목표금액 대비 실적금액
- ⑥ 무적 제품 회수량 : 찾지 못했던 제품의 회수량

위에서 제시된 항목들이 현재 회수를 담당하는 작업자들의 업무라 할 수 있으며 이에 대한 정확한 평가를 위해서 먼저 변수들에 대한 중요도 산정이 중요하다.

중요도 산정은 AHP 기법을 적용하며, 방법은 다음과 같다[6,7,8].

- 1) 1단계 : 각 변에 대한 비교 행렬을 만든다. 다단계일 경우 level 1, 2의 모든 항목에 대해 비교행렬을 만든다.
- 2) 2단계 : 1단계에서 만들어진 행렬들에 위에서 제시된 6개의 변수를 적용하여 대각 행렬을 기준으로  $\frac{6(6-1)}{2} = 15$  회의 비교를 하여 상대적 중요도를 평가한다. 아래의 <표 1>은 상대적 중요도를 임의 선호도의 기준으로 할 때 대각 행렬을 기준으로 역수의 상태를 보여주고 있다.

<표 1> 상대적 중요도 예

|      | 회수율 | 재고조사 | 업체방문 | 계약건수 | 미수금 | 무적 제품 |
|------|-----|------|------|------|-----|-------|
| 회수율  | 1   | 1/7  | 5    | 1/3  | 1   | 1     |
| 재고조사 | 7   | 1    | 1    | 1    | 1/3 | 1/5   |
| 업체방문 | 1/5 | 1    | 1    | 5    | 3   | 7     |
| 계약건수 | 3   | 1    | 1/5  | 1    | 1   | 1/3   |
| 미수금  | 1   | 3    | 1/3  | 1    | 1   | 5     |
| 무적제품 | 1   | 5    | 1/7  | 3    | 1/5 | 1     |

- 3) 3단계 : 상대적 중요도를 합성하고 아이겐 값(Eigenvalues), 일관성 지수(C.I ; Consistency Index), 비일관성 지수(I.I ; Inconsistency Index), 그리고 일관성 비율(C.R ; Consistency Rate)을 구한다. 계산과정이 복잡하므로 대개의 경우 컴퓨터 프로그램이 이 과정을 대신해 준다. 다음 식 (1)은 쌍별 비교 매트릭스를 구하기 위한 것이다.

$$A * w = \lambda_{\max} * w \quad (1)$$

단, A는 쌍별 비교 매트릭스이고 w는 목적 우변의 아이겐벡터이다. 식(1)로부터 각 선호도의 가중치를 구하기 위해 식(2)을 사용하고 비일관성 지수의 계산은 식 (3.3)을 사용하여 구한다.

$$w_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_{ij} / \lambda_{\max} \quad (2)$$

$$C.I = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (3)$$

4) 4단계 : 1,2,3 단계를 계층 구조의 최고 수준의 우선순위 벡터를 구할 때까지 반복한다.

5) 5단계 : 최종 수준의 행렬에서

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} \leq 0.1 \quad (4)$$

(단, R.I 는 n 값에 따라 주어지는 상수로 R.I 값은 아래의 <표 2>에 의해 구한다.)이면 이 분석을 인정하고 그렇지 않으면 3 단계에서부터 다시 반복한다.

<표 2> n 변화에 따른 RI 값

|      |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| n의 수 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| RI 값 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.51 |

#### 4. 수행도 평가를 위한 가치 평가

본 연구에서는 회수물류업에서 작업자들에게 적용할 수 있는 작업자 생애가치 (Worker Lifetime Value : WLW))를 변수들의 상태와 중요도를 판정할 수 있도록 앞절에서 설명된 AHP 가중치를 적용하여 개발한다. 결정된 가중치를 적용한 LV는 다음과 같은 가정을 수반한다.

가정 1) WLW 계산의 가중치는 주관성을 지니지 않고 최대한 객관성을 가지기 위해서 AHP 가중치를 적용한다.

가정 2) WLW 적용 변수들은 모 기업의 생산·영업·품질·검사의 소속장들과 담당자의 Group Consensus를 통하여 도출된 변수들의 등급을 결정 한다.

또한 개발된 WLW 알고리즘은 다음의 단계를 따라 수행한다.

- 단계 1) 가중치 부여를 위한 변수는 제품회수율, 재고조사, 업체방문, 계약건수, 미수금 회수율, 무적 제품 회수량 구분한다.
- 단계 2) 구분한 변수들은 Group Consensus를 통하여 데이터의 등급을 결정한다.
- 단계 3) 변수들 안의 서브 변수들을 도출한다. 이때 서브변수에 대한 구분은 기업의 환경에 따라 달라질 수 있다.
- 단계 4) 변수 안의 서브 변수들을 AHP를 적용하여 가중치를 결정한다.
- 단계 5) 변수들은 양의 가치를 가지는 변수와 음의 가치를 가지는 변수로 구분한다.
- 단계 6) 등식(5)을 활용하여 작업자 등급을 결정한다.

$$\begin{aligned}
 WLV &= \{(\text{양의 가치를 가지는 변수}) \times (\text{음의 가치를 가지는 변수})^{-1}\} \\
 &= \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_i a_j \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_i b_i)}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_i' a_j' \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_i' b_j')} \quad (5) \\
 \text{s.t.} \quad &0 < w_i < 1, \quad 0 < w_i' < 1 \\
 &\sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad \sum_{i=1}^n w_i' = 1 \\
 &a_j > 0, \quad a_j' > 0, \quad b_j > 0, \quad b_j' > 0
 \end{aligned}$$

변수들은 양의 가치를 가지는 변수와 음의 가치를 가지는 변수로 구분할 수 있으며, 이는 변수들의 데이터를 통하여 규명하였다. 또한 기존의 LTV값은 변수들의 관계가 곱의 관계이므로 양의 관계를 가지는 변수는 곱의 관계가 성립되고, 음의 관계를 가지는 변수는 곱의 역수 관계를 가지게 된다. 따라서 불확실성 환경에서 작업자들의 WLV 공식은 위의 등식 (6) WLV 처럼 표현된다.

## 5. 결론

회수 물류업에서 변수를 도입하여 작업자들의 업무를 파악함으로써 원가 절감을 실현하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다. 현재는 시스템 개발 단계에 있으며 A기업에 적용하여 회수업무를 담당하는 작업자만을 대상으로 실험을 하고 있다. 본 연구가 1차 적인 목표인 회수 담당업자의 업무에 대한 성과 측정이 이루어지면 기업 전체의 작업자들에 대한 성과지표를 세우고 이를 도입한다면 많은 성과가 있으리라 사료된다.

## 6. 참고 문헌

- [1] Murphy, Paul R. and Richard P. Poist, " Management of Logistical Retromovements: An Empirical Analysis of Literature Suggestions," Transportation Research Forum, Vol. 29, No. 1, 1989, pp. 177-1784.
- [2] Stock, James R., Development and implementation of Reverse Logistics Programs, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1998.
- [3] Jahre, M., "Logistics System for Recycling - Efficient Collection of Household Waste," PhD thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 1995.
- [4] Erhom, Craig, and John Stark, Competing by Design : Creating Value and Market Advantage in New Product Development, Essex Junction, Vermont :Omneo, 1994
- [5] Ertas, Atila, and Jesse C. Jones, The Engineering Design Process, 2nd edition, New York : John Wiley & Sons, 1996
- [6] P.T.Harker, "Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process", Mathematical Modeling, Vol. 9, No. 11(1987), pp. 837-848
- [7] P.T.Harker and L.G.Vargas, "Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty`s Analytic Hierarchy Process", management Science, Vol. 33(1987), pp. 1383-1403
- [8] Saaty Thomas L., "Highlight and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy process, Eur. J. Operational Research (74)3 (1994) pp.426-447