

수산물 산지종합처리장 부지선정 모형 개발 및 적용에 관한 연구*

윤민석** · 이준석**

A Study on a Site Selection Model of Marine Products Centers

Min-Suk Yoon** · Jun-Suk Lee**

■ Abstract ■

Recently increasing amount of efforts has been devoted to the improvement of logistics in the marine products industry. Yet, few studies have been conducted on the development of site selection models of marine products centers. This paper proposes a systematic assessment model for the decision making, which is composed of a set of evaluation criteria and an appropriate evaluation method. In choosing criteria we consider completeness and comprehensiveness to reach a right solution. For more flexibility of the model in the future, this study proposes two sets of criteria according to the size of planned centers. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is adopted in this study, since the criteria incorporate both subjective factors and objective factors and the AHP is known effective in the situation. This study then illustrates the model application with plausible alternatives. Finally, a dependency problem in the decision criteria is discussed and the Analytic Network Process (ANP) is recommended, in the context, as a solution method.

Keyword : 수산물류, 산지종합처리장, 부지선정, 입지, 계층분석과정(AHP), 네트워크분석과정(ANP)

논문접수일 : 2001년 5월 11일 논문게재확정일 : 2001년 8월 20일

* 본 연구는 해양·수산부 수산특정연구과제(20000090) 지원금에 의해 수행되었음.

** 여수대학교 멀티미디어학부 조교수

1. 서 론

최근 해양·수산업에서 논의되는 중요한 이슈 중의 하나는 수산물 유통 및 물류 구조 개선이다. 그 방안의 일환으로 수산물 산지종합처리장의 건설 및 운영이 적극 추진되고 있다. 수산물 산지종합처리장이란 1차 수산물을 가공하여 완제품 및 반제품 수산식품 생산과 처리과정에서 발생하는 부산물을 이용하여 어유, 사료용 어분 등의 생산을 주목적으로 하는 시설을 말하며 제품의 직판을 겸하는 경우도 있다. 산지종합처리장을 건설하면 산지에서 직접 제품 개발, 포장 및 규격화를 통한 제품 출하가 가능하게 되어 수산물 유통단계의 축소와 이를 통한 비용구조 개선에 크게 기여하게 된다[12]. 그러나 현재까지 수산물 처리 특성을 반영한 산지종합처리장 입지 및 부지 선정 모형과 관련된 연구가 미흡한 실정이다.

수산물은 부패가 빨라 수렵·채취 후 가공까지 단시간이 요구되므로 수산물 처리 시설은 산지에 근접해야 되는 조건이 우선 제기된다. 이는 가공제품의 수요지-일반적으로 인구 밀집 지역 또는 도심 상가지역-접근성과는 상충되는 요인으로 작용한다. 또한 처리 시설에 소요되는 부지뿐만 아니라 가공 후 냉동 및 저온 저장시설이 필요하므로 이를 수용해야 하는 조건도 만족시켜야 한다[7]. 최근 중요성이 높게 인식되고 있는 환경 문제와 관련하여, 가공 처리과정에서 불가피하게 발생하는 악취는 시설 유치에 대한 주민의 반발을 촉발시키며, 폐기물 등은 환경 오염에 직접적인 영향을 미치게 되므로 이에 대한 영향 평가는 입지 의사결정의 부담을 더욱 가중시키고 있다[6]. 이는 수산물 처리 특성상 산지종합처리장 입지 문제에도 그대로 적용된다.

이에 본 연구는 수산물 산지종합처리장의 규모가 결정된 이후, 입지 의사결정에 적용 가능한 체계적인 모형의 개발을 기본 목적으로 한다. 이를 위하여 우선 수산물 가공 및 유통 특성을 반영할 수 있는 평가 기준을 탐색하여 구조화한다. 둘째,

평가 구조의 특성을 반영할 수 있는 평가기법을 탐색하여 평가 모형을 개발한다. 셋째, 실사를 통하여 평가 기준의 중요도를 파악하여 제시하고, 현실성이 있는 후보지를 대상으로 본 연구에서 개발한 모형의 적용 과정을 예시함으로써 모형의 현실성 및 유용성을 입증하고자 한다.

2. 관련 문헌의 고찰

지금까지 입지란 경영활동의 가장 장기적인 투자의 성격을 지니는 전략적 요인으로 인식되어 왔다[4]. 입지 의사결정은 수·배송 정책, 재고 정책 등과 관련된 의사결정보다 우선 해결되어야 할 과제로 인식되어 왔으며 이를 위한 계량 모형에 관한 연구가 일찍부터 시도되어 왔다. 최근에는 일관물류의 중요성을 반영한 입지, 규모, 개수 등을 통합적으로 결정하는 모형이 제시되고 있다.

그러나 이와 같은 모형들은 문제의 단순화를 통한 계량화에 집착한 경향이 있어 중요하게 고려되어야 할 정성적(qualitative) 요인들을 간과하는 경우가 드물지 않았다. 이와 같은 주요 요인들의 누락은 결국 잘못된 입지 의사결정을 초래할 가능성이 다분하다. 또한 정량적(quantitative) 요인과 정성적 요인들 사이의 상충관계는 모형의 복잡성을 증대시켜 해의 도출을 어렵게 한다[3]. 이와 더불어 시대적 가치의 변화는 의사결정 패러다임의 전환을 요구하며 이에 적절한 평가 모형의 마련이 우선되어야 할 과제로 인식되고 있다.

주지한 바와 같이 입지 의사결정은 장기적인 관점에서 접근해야 할 뿐만 아니라 정량적, 정성적 요인들을 모두 포함하는 다차원적 접근이 필수적일 수밖에 없다. 이와 같은 입지 의사결정의 고려사항으로 Chase&Aquilano[16]는 시장 접근성, 사업환경(business climate), 비용, 기반구조(infrastructure) 등을 주요 요인으로 제시하고 있다. 이외에도 Balou[14]는 정책 연계성, 확장 가능성, 현지 주민의 성향, 교통 여건 등이 중요하게 고려되어야 함을 주장하였다. 한편, Carroll&Dean[15]은 입지

결정은 지역 선정으로부터 구체적인 부지 선정에 이르기까지 단계적으로 이루어져야 하며, 각 단계 별로 고려되어야 할 요인들이 서로 다름을 밝힌 바 있다. 부지 선정 단계에서 고려되어야 할 주요 요인으로는 간선 도로망으로의 접근성, 부지 특성, 부지 구입 및 건설비, 공공서비스 가용성, 세계 혜택 등을 들고 있다.

입지 의사결정과 관련된 보다 체계적인 접근 방법은 평가 요인들을 동질성이 존재하는 범주(category)로 구분하여 파악하는 것이다. 대표적인 분류 기준 중의 하나는 분석 자료의 특성에 따라 객관적 요인과 주관적 요인으로 구분하는 것이다. 객관적 요인으로는 제품 및 원재료의 수송비, 가용 자원의 양, 노동력 평가, 토지 및 건물의 구입비 등을 들 수 있다. 주관적 평가 요인에는 주민의 태도 및 성향, 장기적 관점에서의 경영 전략 및 지역 정책적 요소가 포함된다. 이와 더불어 원재료, 제품, 또는 시설의 특성에 필수적으로 요구되는 사항을 기본 요소(basic requirements)라 하여 따로 구분하기도 한다[17]. 객관적 요인은 공정을 중심으로 한 투입관련 요소, 산출관련 요소, 공정 특성관련 요소 및 이들의 복합 요소로 다시 세분할 수도 있다[13]. 이외에 경제적, 사회적, 자연적 요인으로 구분하는 경우와 시장 관련 요인, 비용 요인, 무형의 요인(주관적 요인)으로 구분하는 경우도 있다[22].

한편, 산업의 특성에 따라 입지 의사결정시 고려되는 평가 요인이 달라진다. 산업의 특성이 입지 성격을 규정할 수 있기 때문이다[18]. 예를 들면, 1차 산업과 관련된 처리 시설의 경우 생산지 접근성이 강조되는데 반해, 3차 산업의 경우는 수요지 접근성이 강조된다. 또 2차 산업의 조립·가공 공장, 창고 등의 입지 결정 문제는 수요지 및 생산지 접근성을 복합적으로 고려하는 특성을 보이고 있다[8].

본 연구의 관심 대상이 수산물 가공 및 처리 시설이므로 1차 산업과 관련된 입지 요인만을 간략히 살펴보기로 한다. 1차 산업에서는 농촌지역시

설의 입지 문제가 대표적이라 할 수 있다. 일반적 요인으로 지원시설 설치 용이성, 환경에 미치는 영향, 경제적 효과, 공장입지 적합성 등이 고려된다[1]. 최수명 등[10]은 이를 보다 체계화하여 정책적 요인, 경영적 요인, 공간적 요인으로 대분류 하고 각각에 대하여 세부 요인을 포함하는 계층적 분류를 시도한 바 있다. 한편, 처리 내용의 특성과 관련하여 환경에 미치는 영향이 중요한 고려 요인으로 최근 부각되고 있으며 이에 관한 세부적 고려 사항은 폐기물 처리 시설의 입지 문제와 관련된 연구들[2, 6]에 잘 나타나 있다. 정종관·장원[9]은 이를 생활환경 요인, 기술적 요인, 사회경제적 요인을 중심으로 계층적 분류를 시도한 바 있다.

3. 평가모형의 설계

3.1 평가 기준

본 연구의 평가 모형이 체계적이기 위하여 선결되어야 과제로는 평가기준의 구조화를 들 수 있다. 이에 대한 객관성 및 타당성을 확보하기 위하여, 본 연구는 문헌 고찰을 통하여 산지종합처리장 입지와 관련된 것으로 판단되는 잠재적 평가 항목을 도출하는 단계와 전문가 의견을 통하여 평가 항목의 결정 및 이들의 계층화 단계 등 두 단계를 거쳤다. 우선, 잠재적 평가 항목의 도출을 위하여 관련 문헌을 고찰하고 이를 통하여 총 40여 개의 항목을 선정하였다. 이 과정에서는 문제 해결에 있어 특정 관점이나 사안에 편향(bias)됨을 지양하고 평가의 범위(coverage)를 충분히 하고자, 비용(cost), 효익(benefit), 위험(risk)을 하나의 차원으로 하고 경영·전략적 요인, 정책적 요인, 환경·기술적 요인을 다른 한 차원으로 하여 각 평가 항목을 고려하였다. 둘째, 평가 항목간 개념의 명확화 및 중복성 제거 그리고 균형적 안배를 고려하여 평가 항목의 계층화를 시도하였다. 이를 위하여 5인의 관련 전문가에게 문의하고 피드백을 통하여 수정을 반복하였다.

본 연구가 제시하는 산지종합처리장 평가기준의 체계는 다음과 같은 두 가지 특징을 지니고 있다. 첫째, 의사결정의 구조화에 있어 널리 알려져 있는 계층적 분해 방법을 사용하였다는 점이다. 계층적 분해의 이점은 커다란 문제를 점차 작은 문제로 하향(top-down) 분해하여 쉽게 이해하고 평가할 수 있도록 하고, 이를 다시 계층을 따라 상향(bottom-up) 종합함으로써 복잡한 문제를 보다 수월

하게 해결하는 것이다. 둘째, 본 연구는 제시할 평가 모형의 유연성을 제고하고자 처리장의 규모에 따른 평가 기준을 체계화하여 제시하였다. 다음 <표 1>에 이들 세부 요인의 정의와 함께 중·소 규모의 사업장인 경우 고려할 필요성이 비교적 적다고 판단되는 요인들을 표시하였다.

평가 기준의 구체적 내용 중 특징적인 면을 요약하면 다음과 같다. 전술한 2차원 구성 요인 중

<표 1> 산지종합처리장 부지 선정을 위한 평가기준의 체계 및 내용

1단계 대분류	2단계 중분류	3단계 세분류	정의	변동* 가능성
비용 요인	직접 투자비	부지 구입비	토지 구입과 직접 관련된 비용 (지역에 따라 공시지가 상이함)	
		건설/공사비	산지종합처리장 건설·공사비 (지형/지물에 따라 상이함)	
		폐기물처리비	법정 폐기물 처리 시설비 이외의 폐기물·오수처리와 관련된 비용	
	운영비	Inbound(원료조달)비	산지로부터 종합처리장까지 수송비	
		Outbound(제품출하)비	종합처리장부터 수요지까지 수송비	
경영·전략적 요인	부지 가용성	부지 획득 용이성	예정부지의 사유지 포함이나 시설 및 개발 제한 구역의 저축정도 등	
		부지 확장성	시설 또는 단지 확장에 따른 여유 공간의 보유 정도	
	노동력 수급 용이성	양적 노동력 확보	현지 고용대상 인원의 충분성 정도	✓
		질적 노동력 확보	예상 고용인의 교육·기능 수준 등	✓
	기반시설 요인	용수확보 용이성	용수획득의 용이성 및 안정적 공급 정도	
		동력확보 용이성	전력 공급의 용이성 및 안정적 공급 정도	
		도로·교통 여건	진·출입로 및 교통 수단의 여건	
지역·정책적 요인	경제적 효과	고용창출 효과	현지인 고용창출 능력	✓
		소득증대 효과	현지인 고용에 의한 소득 증대 효과	✓
		지역경제활성화 유발효과	소득 증가에 따른 2차적 경제활성화 정도	✓
	정책적 개발 요인	지역균형발전 효과	지역내 균형적 발전에 기여하는 정도	
		시설집단화 기여효과	동종·유사 시설의 집단화에 기여할 가능성(이를 통하여 공동 수·배출, 정보 공유 등의 이점을 누릴 수 있음)	
		유통채널과의 연계성	종합판매장과의 위치적 연계성 정도 및 직판의 가능성	
		관광지와의 연계성	관광지와의 연계성(관광객 유인 가능성)	
환경·기술적 요인	주거 및 환경 폐해	주거지 피해	악취, 소음, 유해가스 집축과 관련된 사항 (주거지와의 거리와도 관련됨)	
		수질/토질/대기 오염	수질/토질/대기 오염 정도	
		생태계 파괴	오염에 따른 생태계 파괴 정도	
		주변경관 침해	자연 및 타 시설과 배치조화의 저해 정도	
	자연입지 요인	지반 안전성	부지 지반의 경사도 및 강도, 고저차 등	
		자연 재해 위험도	태풍·홍수·산사태로부터의 피해 가능성	

* : 일정 규모 미만일 경우, 고려할 필요성이 크지 않을 것으로 판단되는 요인

비용 요인을 우선 구분하였고, 경영·전략적 요인, 지역 정책적 요인, 환경·기술적 요인 등 4개로 범주로 요인들을 대분류하였다. 이들을 다시 세분하여 9개의 중분류 요인 및 25개의 세분류 요인으로 구분하였다. 비용 요인은 직접투자비와 운영비로 구분하였고 운영비의 세분류 요인에는 후보지간 차이를 나타낼 수 있는 원료 조달비(inbound cost)와 제품 출하비(outbound cost)만을 고려하였다. 경영·전략적 요인은 부지 가용성, 노동력 수급 용이성, 기반시설 요인 등 산지종합처리장 경영에 장기적으로 영향을 미칠 수 있는 하부 요인들로 구성하였다. 부지 가용성은 부지 획득 용이성과 사업확장에 따른 부지 확장성을 구분하였으며 노동력 수급에는 양과 질을 따로 하였다. 지역 정책적 요인에는 경제적 효과와 함께 정책적으로 고려해야 할 요인들로 구성하였다. 환경·기술적 요인에는 환경에 미칠 위험과 관련된 내용과 자연입지 요인으로 구분하였다. 환경(수질/토질/대기) 오염 중 주된 고려 대상은 해수 오염이며 이는 해저 지형, 조류 및 유속에 따라 차이가 있다. 한편, 생태계 파괴는 어족 자원에 대한 영향보다는 양식장에 대한 직접적 영향이 큰 것으로 알려져 있다[11].

이들 요인 중 노동력수급과 경제적 파급효과는 중·소규모 사업장인 경우 그 영향력이 미미할 것으로 예상되어 고려할 필요성이 그리 크지 않을

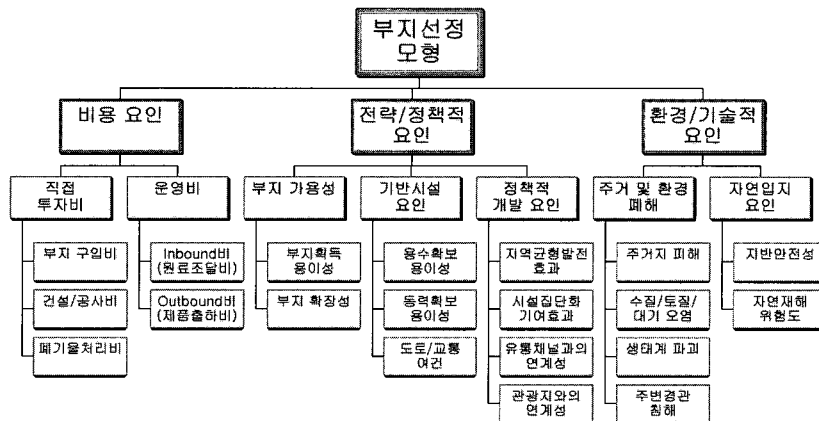
것으로 판단된다. 이를 반영하여 계층을 구성하면 1단계 대분류 요인 중 경영 전략적 요인 및 지역 정책적 요인을 하나로 묶어 전략·정책적 요인으로 제시하고자 한다. 이는 동일 계층상의 다른 요인과 비교할 때 개념의 균형성을 고려한 것이다. 따라서 중·소규모 사업장의 부지 선택 의사결정이라면 3개의 대분류 요인, 7개의 중분류 요인, 20개의 세분류 요인으로 계층을 구성할 수 있다(<그림 1> 참조).

3.2 평가의 수리모형

만약 부지선정 기준 계층에서 최하위 단계(3단계) 요인[기준]들 각각의 중요도($w_j^{(3)}$)와 각 요소에 대한 k번째 대안의 평가점수($S_{jk}^{(3)}$)를 측정하면 k번째 대안의 종합점수(S_k)는 식 (1)과 같은 가중 평균 형태로 간단히 구할 수 있다.

$$S_k = \sum_{j=1}^n w_j^{(3)} \cdot S_{jk}^{(3)}, \text{ 여기서 } \sum_{j=1}^n w_j^{(3)} = 1 \quad (1)$$

이 때 각 요소의 중요도는 계층적 분화 원리에 따라 차상위 요소의 중요도가 이에 속하는 차하위 요소들의 중요도에 계층적으로 전파되도록 한다. 이는 차상위 요소의 중요도와 이에 속하는 차하위 요소들의 중요도 합이 같도록 하면 간단히 해결된



<그림 1> 부지선정 기준 계층도 : 중·소규모 사업장

다. 따라서 계층상에서 중요도 산출은 상위단계 요소들간 중요도를 산출하고 차례로 하위단계 요소들의 중요도를 산출하는 하향식 분화를 이루는 것이 일반적이다.

한편, 대안의 평가는 계층상에 존재하는 각 요소를 따라 상향식으로 종합되며 이를 계층 전체 요소에 대하여 일반화하면 식 (2)와 같다. 여기서 $S_{ik}^{(0)} = S_k$ 가 k 대안 부지의 종합 점수가 된다.

$$j \in ID(C_i^{(h)}), \quad n_i = n(C_i^{(h)}) \left. \begin{array}{l} S_{ik}^{(h)} = \sum_{j=1}^{n_i} w_j^{(h+1)} \cdot S_{jk}^{(h+1)} \\ \sum_{j=1}^{n_i} w_j^{(h+1)} = 1 \end{array} \right\} \quad (2)$$

for $h=0, 1, 2$

$S_{ik}^{(h)}$: 계층수준 h의 i번째 기준에 대한 k대안의 점수

$w_i^{(h)}$: 계층수준 h의 i번째 기준의 중요도

$C_i^{(h)}$: 계층수준 h의 i번째 기준에 속하는 차하위 계층(h+1) 기준들의 집합

$ID(*)$: 집합 *를 구성하는 원소들의 인덱스 집합

$n(*)$: 집합 *를 구성하는 원소들의 수

식 (2)의 중요도 평가가 합이 1이 되는 비율인 점을 감안하여 대안의 평가에서도 척도의 일관성을 유지하고자, 각 요인에 대하여 대안간 평가 결과의 합이 1이 되도록 정규화 한다[21]. 이는 대안 평가의 측정 결과를 상대적 우수성으로 전환함을 의미한다.

3.3 계층분석과정(Analytic Hierarchy Process)

본 연구의 평가 모형에는 복수의 기준이 존재하므로 다기준 의사결정 기법(Multi-Criteria Decision Making : MCDM) 중 하나가 선택되어야 한다. 이와 관련된 연구 중 각 기법의 특징 및 적용환경은 Yoon&Hwang[24]과 Schoemaker&Waid[23]의 연구에 잘 나타나 있다. 이 중 본 연구의 평가 모형에 적용될 평가 기법으로 계층분석과정(Analytic Hierarchy Process : AHP) 기법을 선택하였

다. AHP는 계층적 분화의 이점을 잘 반영할 수 있으며 주관적 판단의 객관화에 비교적 과학적이며 이론적인 근거를 갖고 있다고 알려져 있다[21, 25].

AHP를 통한 중요도 산출은 계층별로 동일한 차 상위 요소에 포함되는 요소들에 대하여 ① n개 요소들의 쌍대비교 행렬(pairwise comparison matrix : A_n)을 작성하는 단계, ② 행렬의 최대 고유치(eigenvalue : λ_{\max}) 산출 및 일관성 검정 단계, ③ λ_{\max} 에 대응되는 고유벡터를 산출하는 단계 및 상위 계층 요소의 중요도를 하위 계층 요소의 중요도로 분해하는 단계 등으로 구분할 수 있다. 이 과정 중 쌍대비교 행렬에 존재하는 서수적·기수적 불일치정도는 일관성 지수(Consistency Index : CI)를 통하여 파악할 수 있으며 일관성 지수는 $(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ 로 정의된다. 동일한 차원의 무작위 행렬로부터 구한 일관성 지수들의 평균을 무작위 지수(Random Index : RI)라 한다(행렬의 차원에 따른 RI 값은 Saaty[19], p. 21 참조). 쌍대비교 행렬의 일관성 비율(Consistency Ratio : CR)은 CI/RI로 정의되며 이 값이 10% 이하이면 바람직한 수준으로 받아들여지며 문제에 따라 20%까지는 허용할 만한 수준으로 간주된다. 요소들의 중요도 벡터 w 는 특성방정식, $Aw = \lambda_{\max} w$ 의 해가 된다[19].

본 연구와 관련하여 AHP의 계층 일관성 검정과 그룹 평가에 관하여 기술하고자 한다. 계층 일관성 지수란 계층적 분화에 따라 수행된 전체 쌍대비교에 대한 일관성을 지수화 한다는 개념으로 다음과 같다[19].

$$\left. \begin{array}{l} CRH = \frac{HCI}{HRI} \\ HCI = \sum_{h=0}^{H-1} \sum_{i=0}^{n_h} w_i^{(h)} CI_i^{(h)} \\ HRI = \sum_{h=0}^{H-1} \sum_{i=0}^{n_h} w_i^{(h)} RI_i^{(h)} \\ \sum_{i=0}^{n_h} w_i^{(h)} = 1 \end{array} \right\} \quad (3)$$

여기서 $c_i^{(h)}$ 를 계층 수준 h의 i번째 기준이라 하고

$C_i^{(h)}$ 를 $c_i^{(h)}$ 에 속하는 차하위 계층 기준들의 집합이라 할 때,

- $CI_i^{(h)}$: $C_i^{(h)}$ 의 비교에서 산출된 일관성 지수(CI)
- $RI_i^{(h)}$: $C_i^{(h)}$ 의 비교에 제시되는 무작위 지수(RI)
- $w_i^{(h)}$: $c_i^{(h)}$ 의 중요도
- H : 계층의 깊이
- n_h : h 번째 계층을 구성하는 총 기준들의 수

한편, 복수의 평가자들이 그룹으로 참여한 경우, 개별적인 평가자로부터 얻은 쌍대비교 값들의 대표 값으로는 기하평균이 추천되는데 이는 기하평균들로 구성된 쌍대비교 행렬만이 역수행렬 조건을 만족하기 때문이다. 즉, $1 / \left(\prod_{m=1}^M a_m \right)^{1/M} = \left(\prod_{m=1}^M 1/a_m \right)^{1/M}$, 여기서 a_m 은 개별치이며 M은 그룹의 구성원 수이다.

3.4 대안 평가의 척도

평가 기준에 따른 부지 대안의 우수성 평가를 위한 척도는 정량적 측정이 가능한 대상과 전문가의 주관적 판단에 의존하는 정성적 측정 대상으로 구분하였다. 정량적 평가를 위한 척도는 이미 학술적으로 검증되었거나 관행적으로 사용하는 척도

<표 2> 산지종합처리장 계량적 평가 요인의 척도

세분류 항목	대안 평가 척도
부지 구입비	총 부지구입비(=총소요부지(m ²) x m ² 당 가격)
건설/공사비	총 건설·공사비(법정 폐기물처리 시설비 포함)
폐기물처리비	추가적인 폐기물·오수처리비
Inbound (원료조달)비	해안으로부터의 반입 거리(예상 산출량이 고려된 가중평균)
Outbound (제품출하)비	수요지까지의 거리(예상 수요량이 고려된 가중평균)
부지 획득 용이성	1-(사유지 및 개발 제한지 면적 / 예정부지 면적)
부지 확장성	확장 가능 면적 / 최소 요구 면적
양적 노동력 확보	경제활동연령인구 / 총 고용예정인원
질적 노동력 확보	경제활동 연령인구의 평균학력 x 유사업종 경험률

로 하고자 한다. 계량적 평가가 기술적으로 곤란하거나 비용이 과다하게 소요되는 항목은 전문가의 경험과 지식에 의존함으로써 최대한 객관성을 유지하고자 한다.

정량적 평가 결과와 정성적 평가 결과의 통합과정에서 야기될 가능성이 있는 척도(scale)의 문제를 줄이기 위하여 주관적 판단에 상대적 비율 척도를 채택하고 그 합이 1이 되는 비율로 조정한다. <표 2>에는 후보지 평가를 위한 정량적 평가 항목에 대한 계량적 척도를 제시하였다.

4. 모형의 적용

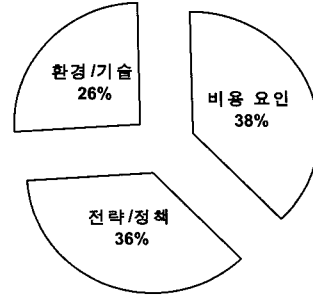
4.1 중요도 평가

산지종합처리장 부지 선정을 위한 평가 기준의 정립 후, 첫 번째 과제는 이들의 중요도를 산출하는 것이다. 본 연구에서는 중규모의 처리장을 대상으로 제시한 평가 기준의 중요도 분석을 위한 자료를 수집하였다.¹⁾ 또한 관련 전문가의 지식 및 경험에 기초하여 중요도를 산출하기로 하고, 앞서 기술한 AHP를 적용하였다.

이를 위하여 기준간 우선순위의 쌍대비교를 할 수 있는 설문(부록 참조)을 작성하고 이에 응답할 전문가로 학계, 연구소, 기관 및 유관업체에서 수·해양 정책, 물류, 유통 관련 분야에 5년 이상 종사한 30인을 선정하였다. 이들을 대상으로 직접 면접법 및 우편 조사법을 병행하여 평가 자료를 수집하였다. 2000년 6월부터 9월까지 3개월 동안 총 30부의 설문을 배포하고 이 중 20부를 회수하였다. 회수된 설문 중 평가의 일관성이 있다고 판단되는 설문(식 (3)의 CRH 값이 0.2 이하) 17부를 분석자료로 사용하였다. 동일한 평가 항목에 대한 자료요약 방법으로는 전술한 바 있는 기하평균을 이용하였다.

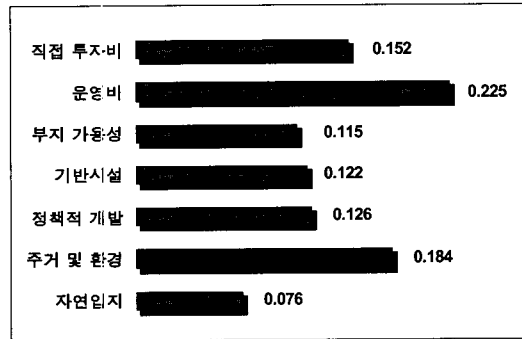
1) 본 연구의 동기가 되었던 과제의 내용이 중규모의 산지종합처리장 입지와 관련되었던 바, 실사를 통한 분석의 초점이 이에 국한되었음을 밝힘

각 단계별 요인의 중요도 분석결과를 <그림 2> ~<그림 4>에 제시하였다.²⁾ 우선 1단계 대분류 요인의 중요도 분석결과, 비용 요인(37.7%), 전략·정책적 요인(36.3%), 환경·기술적 요인(26.0%)의 순인 것으로 파악되었다. 전반적으로 세 요인이 고른 중요도를 나타내는 것으로 판단된다.



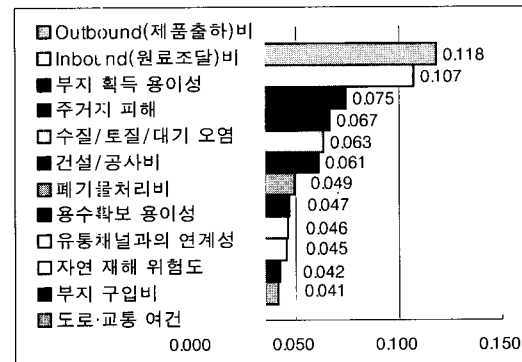
<그림 2> 1단계 요인의 중요도

2단계 중분류 요인 중 운영비의 비중이 가장 높았고 주거 및 환경 폐해, 직접 투자비 등도 상당히 중요한 것으로 나타났다. 비용 측면에서 직접투자비보다 운영비의 비중이 높게 산출된 결과는 운영비를 구성하고 있는 원료 조달비 및 제품 출하비가 장기적으로 비용에 미치는 영향이 더 크다는 것을 시사하는 것으로 볼 수 있다. 또한 주거 및 환경 관련 요인의 중요도가 7개의 중분류 요인 중 두 번째로 높게 평가된 점은 앞으로 본 연구와 유사한 의사결정에 시사하는 바가 클 것으로 사료된다. 이외에 정책적 개발 요인, 기반시설 요인, 부지 가용성 요인 등은 12% 내외의 중요도를 보였고 자연입지 요인은 상대적으로 중요도가 떨어지는 것으로 파악된다.



<그림 3> 2단계 요인의 중요도

3단계 20개의 세분류 요인 중, 비교적 중요도가 높게 평가된 12개 요인을 중요도 순서에 따라 <그림 4>에 제시하였다. 운영비를 구성하는 요인 중 제품 출하비가 원료 조달비보다 중요한 것으로 나타났다. 이는 산지종합처리장이 입지 특성상 원료 산지에 근접해야함이 기본 요건이므로 이를 만족하는 대안간 원료 조달비에 대한 차이보다 제품 출하비의 차이가 두드러지게 됨을 반영하는 결과로 해석할 수 있다. 부지획득 용이성과 주거지 피해도 상당히 중요한 고려사항으로 파악되었다. 부지획득 용이성은 직접적으로 부지 구입비에 영향을 미칠 수 있으며 주거지 피해는 주민 반발로 이어질 위험성이 있다. 이들과 함께 부지 위치에 따른 오염 문제를 심각히 고려하여야 할 것으로 판단된다. 실제 산지종합처리장에 의한 피해로 토지, 대기 오염보다는 해양 수질 오염이 심각한 영향을 미칠 가능성이 있다.



<그림 4> 비교적 중요한 3단계 요인

4.2 대안 평가 예

본 연구는 제시한 모형의 실제적인 활용 가능성과 현실적인 타당성을 보이기 위하여 후보지 두 곳을 선정하여 본 연구의 모형을 적용하였다. 대상 후보지는 수산물 산지처리 및 유통의 특성을 잘 반영할 수 있고 법적·제도적 요건을 우선 충족시

2) 전체 요인의 중요도는 후술하게 될 대안 평가의 결과인 <표 4>에 함께 제시함

켜야 했다. 따라서 고려 대상이 될 후보지 중 법적·제도적 규제에 문제가 될 소지가 있거나 개략적으로 다 후보지에 비하여 열등하다고 판단되는 후보지는 사전에 평가 대상에서 제외함으로써 부지 평가의 효율성을 높이고자 하였다.

해양수산부의 권고에 따르면 종합처리시설은 선선도 높은 원료어의 사용이 가능한 지역이어야 하며, 산지위(공)관장과의 연계성이 필요하므로 이와 인접 또는 근접한 위치가 되어야 한다. 법적 규제조치로 건축법 제 47조 및 동 시행령 제 78조의 준공업지역에서의 행위제한에 따르면 수산물 산지종합처리장은 건폐율 70%, 용적율 400%의 기준을 충족시켜야 한다. 또한 냉동냉장시설, 저온저장시설, 오폐수처리시설이 확보되어야 한다[12].

이러한 요건을 만족시키는 후보지로 전남 여수시에 소재하는 두 곳을 선정하였으며 두 후보지의 개략적인 내용은 다음 <표 3>과 같다. A 후보지와 B 후보지를 대상으로 치밀한 도면 분석 및 현장 조사를 수행하고 본 연구의 모형을 적용하였다.

두 후보지 비교는 앞서 제시한 평가 척도에 따라 수행하였다. 평가 요인 중 직접 투자비, 운영비, 부지 가용성은 본 연구에서 제시한 척도에 따라 측정하고 합이 1이 되도록 상대적 우수성을 산출하였다. 주관적 평가 항목의 평가를 위하여 지역 사정에 정통하고 도시계획, 토목 건설, 해양·수산, 환경 분야에 전문적 지식과 실무 경험을 갖춘 학계 종사자들을 분야별로 선정하였다. 이들과 직접

면담법을 통하여 두 후보지의 상대적 우수성을 주관적으로 평가하도록 하였다. 이와 같은 내용을 종합하여 그 결과를 <표 4>와 같이 제시하였다.

본 연구의 목적이 산지종합처리장 모형의 개발 및 적용과정을 제시하는데 있으므로 후보지 평가에 대한 구체적 내용은 생략하기로 하고 적용 결과의 해석에 초점을 맞춰 후보지 평가 결과를 기술하고자 한다. 본 연구의 문제 접근 방식이 분할정복(divide and conquer)이었으므로 후보지 비교의 종합적인 비교뿐만 아니라 계층 구조에 따른 세부적 사항에서도 후보지 비교가 가능하다. <표 4>에 최하위 단계의 요인에 대하여 평가된 대안별 상대적 우수성이 각 평가 요인의 단계별 중요도와 함께 제시되어 있다. 식 (2)에 따라 계층 상향으로 요인별 후보지의 상대적 우수성이 도출된다.

3단계 20개 평가 요인 중 10개 요인에 대하여 B후보지가, 6개 요인에 대하여 A후보지가 더 우수하다. 2단계 7개 요인에 대하여 직접 투자비, 운영비, 기반시설 요인, 주거 및 환경 폐해 등 4개 요인에 대하여 B후보지가 더 우수한 것으로 나타났다. 1단계 대분류 요인 비용 요인과 환경·기술적 요인에서 B후보지가 우수하고 전략·정책적 요인에서는 A후보지가 더 우수한 것으로 분석되었다. 종합적으로 B후보지가 A후보지에 비해 51.6% : 48.4%로 우수한 것으로 평가되었다. 따라서 본 예의 두 후보지 중에서는 B후보지가 산지종합처리시설 부지로 보다 적절한 것으로 결론지을 수 있다.

<표 3> 후보지 개괄 비교

분류	A 후보지	B 후보지
소재지	여수시 N동	여수시 O동
(지목) 면적	(대지) 2125 m^2	(대지) 1850 m^2
소유 구분	국 유	사 유
공시 지가	92,400원/ m^2	69,800원/ m^2
위치 특징	<ul style="list-style-type: none"> - 해안 접면 - 주변 상가 밀집 및 교통 혼잡 - 시내 중심가를 관통하여 국도 17호선에 연결 - 섬이 가로막아 자연 재해로부터 보호 이점 - 해류의 유속이 빠름 	<ul style="list-style-type: none"> - 해안 접면 - 공단 인접지 - 시내 중심가를 우회하여 국도 17호선에 연결 - 접근로가 대단히 제한적임 - 인근에 해수욕장 위치

〈표 4〉 후보지 평가 결과

1단계 요인	2단계 요인	3단계 요인	중요도(그룹내 중요도)	대안 A	대안 B
비용 요인	직접 투자비	부지 구입비	0.042(0.276)	0.430	0.570
		건설/공사비	0.061(0.399)	0.500	0.500
		폐기물처리비	0.049(0.325)	0.500	0.500
	0.152(0.403)			(0.481)	(0.519)
0.377	운영비	Inbound(원료조달)비	0.107(0.477)	0.500	0.500
	Outbound(제품출하)비	0.118(0.523)	0.400	0.600	
	0.225(0.597)			(0.448)	(0.552)
				(0.461)	(0.539)
전략· 정책적 요인	부지 가용성	부지 획득 용이성	0.075(0.650)	0.636	0.364
		부지 확장성	0.040(0.350)	0.628	0.372
	0.115(0.316)			(0.633)	(0.367)
	기반시설 요인	용수 확보 용이성	0.047(0.384)	0.484	0.516
동력 확보 용이성		0.034(0.277)	0.469	0.531	
도로·교통 여건		0.041(0.339)	0.333	0.667	
0.122(0.336)			(0.429)	(0.571)	
0.363	정책적 개발 요인	산업균형발전 효과	0.024(0.189)	0.389	0.611
		시설집단지 기여효과	0.034(0.265)	0.444	0.556
		유통채널과의 연계성	0.046(0.365)	0.667	0.333
		관광지와의 연계성	0.023(0.181)	0.500	0.500
0.126(0.348)			(0.525)	(0.475)	
				(0.527)	(0.473)
환경· 기술적 요인	주거 및 환경 피해	주거지 피해	0.067(0.363)	0.269	0.731
		수질/토질/대기 오염	0.063(0.343)	0.440	0.560
		생태계 파괴	0.037(0.203)	0.565	0.435
		주변경관 침해	0.017(0.092)	0.522	0.478
0.184(0.708)			(0.411)	(0.589)	
0.260	자연인접요인	지반 안전성	0.031(0.404)	0.448	0.552
		자연 재해 위험도	0.045(0.596)	0.650	0.350
		0.076(0.292)			(0.568)
				(0.457)	(0.543)
	합 계		1.000	0.484	0.516

5. 토의 및 결론

5.1 토의 사항

본 연구의 모형과 관련하여 계층 내 요소의 독립성 문제를 논의할 필요가 있다고 판단된다. 본 연구 모형을 구성하는 계 요소들은 계층적으로 분화되어 동일한 계층에 속하는 요소들 간 영향력은 미미하여 독립적인 것으로 간주하였다. 그러나 일부 요소들 간의 종속 관계를 정확히 반영해야 할 경우에 이의 해결 방안을 논의해 보고자 한다.

요소간 독립성 또는 종속성 여부와 관련하여, 우선 계층의 의미를 되새겨볼 필요가 있다. 의사결정 구조에 있어 계층적 사고란 큰 문제를 보다 작은 문제로 분해하여 비교·판단이 보다 명확하도록 하고, 이를 다시 역방향으로 결합함으로써 문제를 해결한다는 것이다. 따라서 동일 요소에 속한 하위 요소들간에는 서로 독립성이 유지되고 오직 그 요소들이 속한 상위 요소에 의해서만 영향을 받는다는 선형적 분화를 기본 메커니즘으로 한다. 지금까지 많은 의사결정 문제가 그 해결 방안의 단순화를 위하여 문제 구조의 계층화를 선호하여 왔다.

이 때 전제되어야 할 것은 문제 구조에 존재하는 종속 관계는 의사결정에 미치는 영향력이 미미하여 독립성을 가정하더라도 결과가 크게 다를 바 없어야 한다는 사실이다.

그러나 다음과 같은 상황이라면 종속성의 문제를 심각히 고려해 보아야한다. 문제를 구성하는 요소간 종속성의 존재가 심히 의심되고, 의사결정 과정의 중요성에 비해 볼 때 분석의 정확성이 요구되는 경우이다. 예상되는 종속성은 문제 구조에서 한 요소가 다른 요소에 미치는 영향력으로 표현되고 그 영향력이 단순한 하향식의 형태를 벗어나게 되면 결국 네트워크 형태를 띄게된다. 통계학의 기법을 이용한 종속성 판별 및 처리 방법은 여러 가지로 알려져 있으나 자료의 수가 한정적인 전문가 판단에 의존할 상황이라면 AHP의 확장 형태인 네트워크분석과정(Analytic Network Process : ANP)이 적극 추천된다. ANP는 네트워크라는 그래프적 표현을 슈퍼매트릭스(supermatrix)라는 대수적 표현으로 전환시켜 각 요소가 발휘하는 궁극적인 영향력의 지배(dominance of influence) 정도를 측정한다. 대수적으로는 최초의 슈퍼매트릭스의 멱행렬(power matrix)이 안정화 상태에 이르렀을 때 각 요소의 궁극적인 중요도가 산출되는 것이다. 슈퍼매트릭스의 극한 연산은 슈퍼매트릭스의 대수적 특성에 따라 상이하다(Saaty[20], pp.108-127 참조).

의사결정 모형 수립에 있어 간과하지 말아야 할 것은 적절한 비용(자료 수집 및 분석과 관련된 노력)으로 문제 해결을 할 수 있어야 한다는 것이다. 이 때 적절한 비용이란 사안의 중요도에 따라 달라질 수 있는 상대적 개념이다. 일반적으로 모형의 정확성과 비용간에는 상충(trade-off) 관계가 존재하는데[5], 본 연구에서 제시한 ANP 기법을 이용한 방법도 종속성을 반영한 보다 정확한 분석이 가능하지만 AHP 기법을 이용할 때 보다 더 많은 자료가 소요된다. 부지 선정 문제에 있어 그 중요성의 경중을 가능하는 가장 결정적인 요인은 입지 시설의 규모로 사료된다.

5.2 결 론

본 연구에서는 수산물 산지종합처리장의 입지 의사결정에 관한 체계적인 평가 모형을 개발·제시하였다. 이를 위하여 수산물 산지처리 특성이 적절히 반영된 평가 기준을 계층적으로 구조화하였다. 이 과정에서 시설 규모에 따른 평가 기준 체계를 제시하여 모형 적용의 유연성을 높이고자 하였다. 또한 평가 기준의 특성을 잘 반영할 수 있는 평가 기법으로 AHP를 이용하고 대안 평가를 위한 척도를 제시하였다. 모형의 현실성을 입증하고자 적절한 사례를 찾아 모형 적용을 예시하였다. 본 연구 모형의 실제 적용 과정 중 일부인 기준간 중요도 분석 결과, 향후 산지종합처리장 부지 선정 의사결정에 비용, 전략·정책적 요인, 환경·기술적 요인을 균형있게 고려해야 할 것으로 나타났다.

본 연구의 의의는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 수산물 산지종합처리장 입지 의사결정에 있어 단편적 시각을 지양하고 포괄적 평가 기준에 의한 접근 방법을 제시하였다. 이를 통하여 원료산지와 가공처리장의 결합으로 인한 원료조달 구조의 개선뿐만 아니라 산지 처리와 위탁 판매의 결합으로 인한 제품 출하 구조의 개선 방안 모색에 기초가 될 것으로 판단된다. 둘째, 모형의 적용 과정을 제시함으로써 본 연구의 모형이 이론적 근거와 실용성을 동시에 확보할 수 있는 모형임을 실증하였다. 셋째 본 연구의 적용과정에 밝혀낸 기준간 중요도는 실제 문제를 해결하는데 그대로 활용할 수 있어 시간 및 비용을 절감하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 마지막으로 본 연구는 계층화 구조의 장·단점을 논의하고 이를 보완해야하는 상황에서 적용할 수 있는 적절한 평가 기법을 제시함으로써 본 연구의 활용 방안을 모색하는데 도움을 주고자 하였다.

향후 시설 집단화에 따른 중요 시설의 공동이용 및 공동 수·배송 체계의 확립에 따른 각종 정보의 공유체계 구축 방안이 마련된다면 이를 평가 모형에 반영하여야할 것으로 사료된다. 한편, 모형

내 요소간 세세한 독립성의 검증 여부는 추후 연구과제로 남긴다.

참 고 문 헌

- [1] 경제기획원, 「농공단지 개발시책 통합지침」, 1996.
- [2] 김진홍 · 이광호, “주민기피시설 입지선정과 집단민원에 관한 연구”, 「산업기술연구소 논문집」, 제17권, 제1호(1998), pp.55-65.
- [3] 문상원, “물류의사결정을 위한 계량모형의 현황과 발전방향”, 「경영과학」, 제11권, 제12호(1994), pp.99-131.
- [4] 윤민석, 「서비스산업의 입지 중요성에 관한 연구」, 고려대학교 대학원 석사학위 논문, 1993.
- [5] 윤민석 · 이 영 · 성삼경, “유지보수성 목표하의 소프트웨어 개발방법 평가에 관한 실증 연구 : ANP 기법을 중심으로”, 「경영과학회지」, 제24권, 제4호(1999), pp.141-156.
- [6] 이무춘 · 구자건 · 김기철 · 권연정, “폐기물 처리시설 입지선정의 효율화 방안에 관한 연구”, 「환경영향평가」, 제8권, 제1호(1999), pp. 71-79.
- [7] 이용호, 「수산가공학」, 선진문화사, 1985.
- [8] 이준석 · 고광선, “물류수송수단의 선택을 위한 지능적 의사결정시스템 Prototype”, 「정보전략학회지」, 제1권, 제1호(1998), pp.54-76.
- [9] 정종관 · 장 원, “폐기물 처리시설 입지선정 평가기준 설정에 관한 사례연구”, 「환경영향평가」, 제6권, 제2호(1997), pp.137-152.
- [10] 최수명 · 김영주 · 황한철, “의사결정기법을 이용한 농촌지역시설 적정입지선정 모델”, 「농촌계획」, 제4권, 제1호(1998), pp.98-107.
- [11] 한상욱 · 성현찬 · 이상훈 · 장영기, 「신제 환경영향평가론」, 향문사, 2000.
- [12] 해양수산부, 「수산물 유통개척을 위한 실천방안 연구」, 1999.
- [13] 황규승 · 박명섭 · 박광태, 「생산관리」, 흥문사, 1998.
- [14] Ballou, R.H., *Basic Business Logistics*, Prentice-Hall, 1987.
- [15] Carroll, T.M. and R.D. Dean, “A Bayesian Approach to Plant-Location Decisions,” *Decision Sciences*, Vol.11, No.1(1980), pp.82-91.
- [16] Chase, R.B. and N.J. Aquilano, *Production and Operations Management*, Irwin, 1995.
- [17] Linance, W.E., “Basics of Site Selection for the Distributuion Manager,” *Transportation and Distribution Management*, Aug. (1973), pp.12-21.
- [18] Revelle, C., D. Marks, and J. Liebman, “An Anlaysia of Private and Public Sector Location Models,” *Management Science*, Vol.16, No.11(1970), pp.692-708.
- [19] Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, 1980.
- [20] Saaty, T.L., *The Analytic Network Process*, RWS Publications, 1996.
- [21] Saaty, T.L., “Highlights and Critical-Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy Process,” *European Journal of Operational Research*, Vol.74, No.3(1994), pp.426-447.
- [22] Schmenner, R.G., *Making Business Location Decisions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1982.
- [23] Schoemaker, P.J.H. and C.C. Waid, “An Experimental Comparison of Different Approaches to Determining Weights in Additive Utility Models,” *Management Science*, Vol. 28, No.2(1982), pp.182-196.
- [24] Yocn, K.P. and C.L., Hwang, *Multiple Attribute Decision Making*, Sage Publications, London, 1995.
- [25] Yocn, M.S., *Software Quality Evaluation Model Using the AHP*, Ph. D. Dissertation, Graduate School of Korea University, 1997.

[부 록] : 쌍대비교를 위한 설문 예

예) 산지종합처리장 부지 선정을 위한 평가기준의 중요도 평가																		
항목 A	A가 절대로 중요	A가 확실히 중요	A가 매우 중요	A가 약간 중요	서로 비슷하 게중요		B가 약간 중요	B가 매우 중요	B가 확실히 중요	B가 절대로 중요	항목 B							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2		1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9
비용 요인										√								경영· 전략적 요인
비용 요인					√													지역· 정책적 요인
비용 요인						√												환경· 기술적 요인
☞ 응답 예의 설명 첫 번째 행 : 항목 A란의 비용 요인보다 항목 B란의 경영·전략적 요인이 약간 중요하다고 생각하는 경우 두 번째 행 : 항목 B란의 지역·정책적 요인보다 항목 A란의 비용 요인이 매우 중요하다고 생각하는 경우 세 번째 행 : 약간 중요과 매우 중요한 사이인 경우																		