

# 시스템다이내믹스기법을 이용한 우리나라 양식넙치시장의 수급구조 분석<sup>†</sup>

박 병 인\*

## Analyzing the Supply and Demand Structure of the Korean Flatfish Aquaculture Market : A System Dynamics Approach

Byungin Park\*

### 〈 목 차 〉

I. 서 론	2. 신뢰성 검증
1. 연구의 필요성 및 목적	V. 정책분석
2. 연구의 방법 및 범위	1. 어류수입
II. 관련 문헌연구	2. 수매·비축 및 방출
III. 양식어류 시장구조 분석모형 구축	3. 입식량 감축 및 출하율 조절
1. 양식어류 시장구조 분석	4. 수요의 변화
2. 양식어류 수급분석 인과지도 작성	VI. 결론 및 추후연구과제
3. 양식어류 수급SD모형 구축	참고문헌
IV. 모형의 결과 및 신뢰성 검증	부 록
1. 양식어류 수급 분석결과 및 전망	Abstract

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

해양수산부의 어업생산통계에 따르면 근년 들어 넙치의 생산량은 1990년 3,890톤

접수 : 2008년 1월 30일      최종심사 : 2008년 3월 31일      게재확정 : 2008년 4월 8일

<sup>†</sup>본 논문은 해양수산부의 '2006년 수산특정연구개발사업'의 지원으로 수행되었음

\*전남대학교 경상학부 부교수(Corresponding author: 061-659-3351, bipark@chonnam.ac.kr)

(연근해생산량 2,075톤, 양식생산량 1,815톤)으로부터 2005년에는 42,187톤(연근해 생산량 2,122톤, 양식생산량 40,075톤)으로 15년 동안 연평균 17.2%씩 증가하여 기간 중 전체 생산량이 10.8배로 늘어났다. 또한 동기간중 양식생산량은 연평균 22.9%나 급증한 후 22.1배로 크게 늘어났다.

넙치양식업은 이와 같은 괄목할 만한 양적 확대에도 불구하고 생산의 변동에 따른 수급불균형으로 인해 가격 등락이 심하여 안정된 생산 및 판매구조를 갖추지 못하고 있다. 실제로 본 연구와 관련한 현장조사에 따르면, 양식어가들이 입식량을 결정할 때 시황 등을 다각적으로 감안하지 않고 매년 총시설능력을 기준으로 관행적으로 입식량을 결정한다는 응답비율이 가장 높았다. 따라서 시장의 분석을 통한 합리적인 수급조절이 필요한 실정이다.

수산물의 수요 및 공급과 관련된 기존연구들(박성패 · 옥영수, 1990; 이계임 외, 2003; 조용훈, 2005 등)은 소득탄성치를 이용한 1인당 수요를 추정하고 이를 인구전망치에 적용하여 수급을 예측하였다. 그러나 양식어류의 생산에는 생육을 위한 상당한 시간(time delay)이 소요되기 때문에 필연적으로 공급과 가격에 주기성(cycle)이 나타날 수 있다(Arquitt 외, 2005; Johnstone 외, 2000; Wakeland 외, 2003; Haddon, 2001). 양식어류를 포함한 수산물의 수급분석에 사용되던 일반 계량경제모형은 시간지연의 주기성을 해결하기 곤란하여 이를 감안한 시장의 수급구조분석방법이 필요하다.

본 연구는 주요 양식어류인 넙치의 수급구조분석모형을 구축하는 것이 목적이다. 이를 위해 양식넙치의 수급 영향요인을 분석한 후 시스템다이나믹스 모형을 제시한다. 이와 같이 분석 및 구축된 모형을 정책의 효과 평가에 적용해 본다. 본 연구에서는 양식어류시장의 분석을 위한 국내 수산분야 연구 자료가 부족하여 축산시장 분석모형을 주로 참고하였다. 따라서 축산시장과 수산 시장의 차이에 따른 모형의 한계가 있을 수 있으며, 이 점은 추후연구에서 개선해야 할 것이다.

## 2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 전술한 대로 시스템다이나믹스(system dynamics, 이하 SD)기법을 활용한다. SD는 MIT 경영대학원 Forrester, J.의 “Industrial Dynamics-A Major Breakthrough for Decision Makers, Harvard Business Review, 1958”를 통해 태동된 것으로, 사회현상을 생각의 고리로 연결·구성하는 폐쇄루프(closed-loop)에 기반을 둔 시스템사고(system dynamics)의 시뮬레이션 방법이다.

본 연구에 SD기법을 적용하기 위해서는 많은 문헌 및 실제 현장 조사가 수행되어야

만 했다. 우선 문헌, 설문 및 현장조사<sup>1)</sup>(2006. 8.16 - 10.16) 등을 통해 넙치양식시스템을 구성하는 영향요인을 조사하고, 이들 중 폐쇄루프 시스템을 구성하는 주요 영향요인을 추출하였다. 이러한 영향요인의 관계를 인과관계도(causal loop diagram, CLD)로 작성하였다. 작성된 인과관계도를 기반으로, 실제 요인들 간의 관계와 자료를 통해 SD 모형(Stock/Flow Diagram Model)을 구축하였다. 실제 모형 개발 및 분석도구로는 가장 많이 사용되는 VenSim을 이용하였다.

그러나 과거 우리나라 수산분야에서는 이와 같은 연구가 수행된 적이 한 번도 없었다. SD기법이 비록 계량경제학기법 보다 상대적으로 적은 자료를 필요로 하나, 참고할 기존 연구가 전혀 없기 때문에 결과의 피팅(fitting) 등을 위해 상당한 기간의 실제 자료가 필요하다. 이를 위한 넙치 수산통계는 1990년부터 어업생산통계자료에 월별 생산량과 생산액이 제시되어 있다. 그러나 현장 조사를 통해 만난 현장전문가들에 따르면, “2002 - 3년 이전의 통계는 전혀 신뢰할 수 없다”는 의견이 많았다. 이에 본 연구가 수산경영·정책분야에 대한 SD기법의 실험적 도입이라는 데 의의를 두고 있어, 기간이 짧지만 한국 해양수산개발원 수산업관측센터의 통계만을 주로 이용하여 연구를 수행하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 본 장에는 연구목적과 방법을 제시하고, 2장에는 관련연구에 대해 정리하였다. 3장에는 양식넙치의 시장 수급구조모형을 제시하고, 4장에는 결과를 분석하였다. 5장에는 모형을 이용하여 몇 가지 정책의 의미를 살펴보고, 마지막으로 6장에는 논문의 결론과 한계 및 추후연구과제를 제시하였다.

## II. 관련 문헌연구

먼저 수산물의 수급과 관련하여 김현용(2000)은 6개 품목(조기, 명태, 갈치, 오징어, 멸치, 고등어)과 3개 류별(어류, 패류, 해조류) 소비함수와 생산함수를 추정하였다. 이계임 외(2003)는 어패류와 해조류를 포함한 수산물의 유별·어종별 수급분석을 수행하였다.

두 번째로 수요 및 소비량에 대하여 홍성걸 외(2000)는 식품소비습관을 부분조형모형에 반영하여 분석하였으며, 도시와 농촌간의 비교분석을 통해 수산물의 선택적 생산 필요성을 제시하였다.

셋째, 생산량에 대하여 박해훈·윤갑동(1996)은 어획량 자료의 ARIMA모형을 이용하여 명태어업의 어획량 분석과 예측을 시도하였다. 유신재·장창익(1993)도

1) 2006.08.16. - 10.16. 동안 경상남도 통영, 전라남도 완도, 여수, 그리고 제주도의 양식어가 및 산지수집상에 대한 설문 및 심층면접을 수행하였다. 또한 수요지 쪽으로는 수도권외의 대표적인 수산물도매시장인 가락동농수산물시장, 노량진수산물시장, 하남수산물장외도매시장의 유통상들에 대한 조사를 실시했다.

ARIMA모형을 이용하여 한국 근해산 갈치에 대한 어획량을 예측하였다.

마지막으로 총량예측과 관련하여 홍현표 외(2003, 2004)는 수산부문에 대한 총량모형의 구축을 통한 수산부문 전망을 시도하였다. 특히 동 연구에서는 수산부문의 총량모형을 개발하기 위해 류별 수급모형, 어가경제모형, 수산업 총량지표모형 등에서 개별방정식과 항등식을 이용한 모형을 구성하였다.

기존 국내 수산물에 대한 분석은 시계열자료에 의한 단일방정식모형 추정에 크게 의존하고 소비측면의 유별·어종별 연관성을 고려하지 않아 전체적 수급구조를 규명하기에는 부족했다.

이러한 기존연구의 한계와 전체 수급시장을 하나로 구축하는 첫 시도인 본 연구는 여러 연구의 핵심결과들을 SD모형으로 종합했다. 그러나 처음으로 시도되는 연구이기 때문에 가능한 한 모형을 단순화 했으며, 추후 더욱 상세한 모형으로 발전시킬 계획이다. 수산부문의 SD 적용 연구는 과거 국내에서 수행된 적이 없지만 유사한 생태시장을 분석한 축산시장에 대한 연구는 국내외에서 이루어 졌다(이은우·김형화, 1983; 박세권 외, 1989; 김도훈 외, 1999; Meadows, 1970). 해외에서는 수산부문에 대해서도 동남아, 호주, 북유럽 등을 중심으로 SD를 활용한 연구가 나타나고 있다(Arquitt 외, 2005; Jonestone 외, 2002). 이에 본 연구에서는 농수축산물 관련 국내외 연구들을 참고하여, 우리나라 최초로 SD기법을 활용한 양식어류의 수요, 공급, 가격 등락, 수출입 등을 중심으로 한 시장구조분석모형을 구축하고, 이를 이용하여 수급전망과 시장안정을 위한 정부정책의 개략적 평가를 시도해 본다.

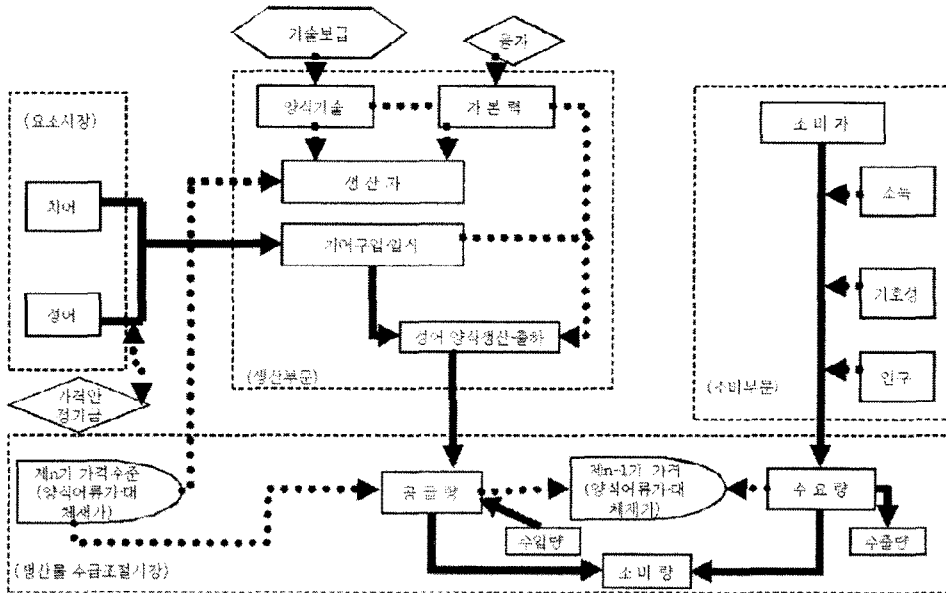
### Ⅲ. 양식어류 시장구조 분석 모형의 구축

#### 1. 양식어류 시장구조 분석

어류양식 시스템은 전체 수산물 시장의 일부를 구성하고, 이는 다시 동물을 포함하는 식품류 시스템의 하위 영역이기 때문에, 주변 환경과의 관계를 통해 분석해야 하나, 본 연구에서는 우선 축산물의 시장구조 분석연구(박세권 외, 1989)를 참고하여 실물과 정보의 흐름을 이용한 어류양식 시스템의 구조를 <그림 1> 과 같이 구축하였다.

어류양식 시스템을 실물측면에서 보면, 실물은 양식생산자의 의사결정과정을 거쳐 생산요소시장에서 생산부문으로 옮겨져 양식생산에 이용되고, 그 결과인 성어(양식생산물)는 생산물수급조절시장에 판매된다. 또한 정보는 생산물수급조절시장에서 수요량과 공급량이 균형을 이루는 가격수준 즉, 양식어류의 가격(생산자가격)과 이와 대체관계가 있는 대체재가격 등이 결정되면 이 가격은 양식생산자에게 다음의 양식생산을 결정하는 기준으로 이용된다. 양식생산자의 의사결정에 따라 요소시장에서 수급균형

시스템다이내믹스기법을 이용한 우리나라 양식넙치시장의 수급구조 분석



자료: 박세권 외(1989)를 수정

<그림 1> 어류양식 시스템의 구조도

을 이루는 생산요소가격이 결정되면 이는 다시 생산자의 의사결정에 중요한 정보가 되는 것이다.

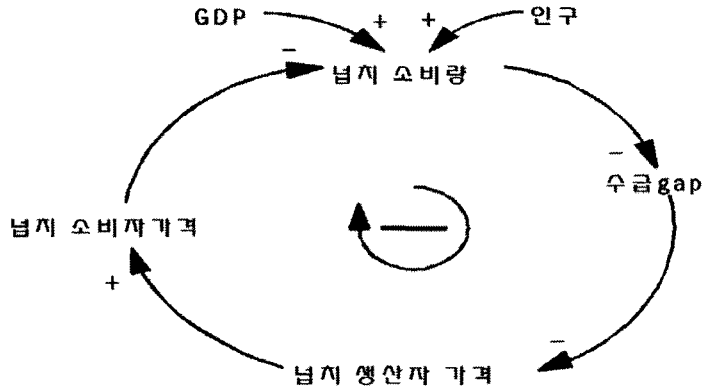
이와 같이 양식생산자의 의사결정을 거쳐 생산과정에 투입된 생산물이 생산물수급 조절시장에 출하되는 것은 생산자의 의사결정 시기로부터 생육에 필요한 시간이 경과된 다음의 시간이므로, 생태시장에서의 생산 의사결정과 생산물의 출하 사이에는 일반적으로 시간차가 존재한다.

생산물수급조절시장은 수요와 공급의 균형 달성을 위한 가격이 형성되는 곳이고, 공급량은 이미 전기에 결정된 생산의 결과이므로, 생산물수급조절시장에서의 균형은 수요 요인의 영향에 따른 가격이 결정하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 일반적으로 생태시장에서의 수요는 공급에 비해 비탄력적이기 때문에 시장에서의 가격은 전기의 가격수준에 의해 결정된 공급량에 결정적 영향을 받게 된다.

소비자는 소득수준과 대체재 가격 등에 의하여 제품을 소비하는데, 이는 소득, 기호 그리고 인구 등의 요인을 반영한 것으로 볼 수 있다. <그림 1>에서 점선은 정보의 흐름, 실선은 실물의 흐름을 나타내며 화살표는 인과관계의 방향을 표현한 것이다.

## 2. 양식어류의 수급분석 인과지도 작성

어류양식부문의 경제활동에 중요한 집단은 양식어가, 산지 수집상 및 소비지 유통상, 소매상 및 횃집, 그리고 소비자라 할 수 있다. 실제로 양식어류의 주기성을 이해하



〈그림 2〉 양식어류 소비·판매과정의 인과지도

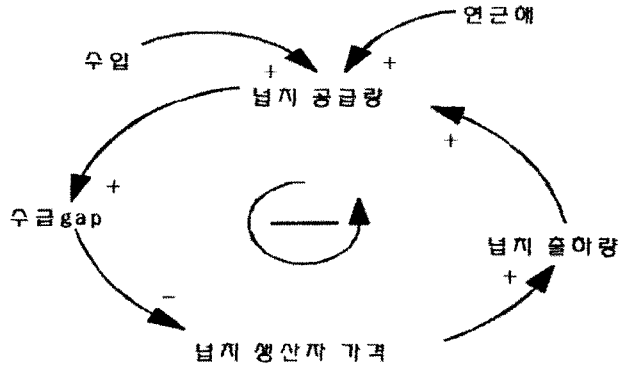
기 위해서는 이들 집단간 관계를 잘 이해해야 한다. 이들의 관계는 생산자 가격을 중심으로 양식장에 어류를 입식시키고 생산하는 과정, 양식장에서 양성하는 과정, 시장에 공급하는 과정, 그리고 양식어류를 소비·판매하는 과정으로 나누어 볼 수 있다<sup>2)</sup>.

먼저 양식어류의 소비·판매과정에 대해 분석해 보면 다음과 같다. 양식어류의 생산자가 수집상 등에 판매를 하게 되면, 이들은 적절한 마진과 유통비용을 더한 가격에 소매상에 판매를 하고, 소매상은 마진을 더한 소비자 가격에 소비자들에게 판매를 하게 된다. 이에 따라 소비량(국민들의 인구통계적인 요인 등을 감안)이 결정되면, 판매량에 따라 수급격차의 과부족이 생겨나게 되며, 이것이 다시 생산자 가격에 영향을 미치게 된다. 일반적으로 어류에 대한 소비는 소비자가격에 의해, 소비자가격은 생산자 가격에 의해 영향을 받는다. 또한 이러한 생산자가격은 시장의 영향을 받아, 시장에 초과공급량이 많으면 생산자들은 할 수 없이 낮은 가격에도 어류를 판매하려 하고, 시장에 공급량이 부족하면 높은 가격을 받으려고 하게 된다. 인과지도인 〈그림 2〉는 이상에서 살펴본 양식어류의 소비·판매과정을 단순하게 도식한 것이다. 이와 같은 양식어류 소비·판매과정은 생산자가격 ⇒ 소비자가격 ⇒ 소비량 ⇒ 수급갭 ⇒ 생산자 가격 등으로 이어지는 음의 피드백 루프로 생각할 수 있다.

다음은 양식어류의 공급 과정을 분석해 본다. 이는 〈그림 3〉 처럼 생산자가격 ⇒ 출하량 ⇒ 공급량 ⇒ 수급갭 ⇒ 생산자가격으로 이루어지는 하나의 음의 피드백루프로 이루어진다. 즉, 생산자가격이 높아지면 양식어가는 출하량을 늘릴 것이고, 출하량이 늘어나면 시장에 공급량(수입 및 자연산 등을 감안)이 증가하며, 이것은 결국 시장의 수급상황을 악화(초과 공급)시키기 때문에 궁극적으로 생산자가격은 하락하게 된다. 하락된 생산자가격 때문에 양식어가가 출하량을 줄이면, 시장에 어류공급량이 줄

2) 인과지도는 김도훈 외(1999)를 참조

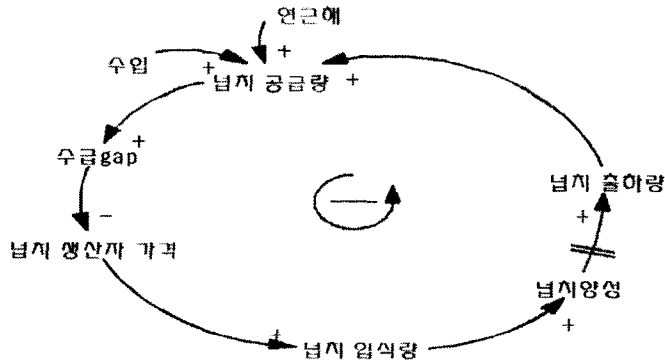
시스템다이내믹스기법을 이용한 우리나라 양식넙치시장의 수급구조 분석



< 그림 3 > 양식어류 공급과정의 인과지도

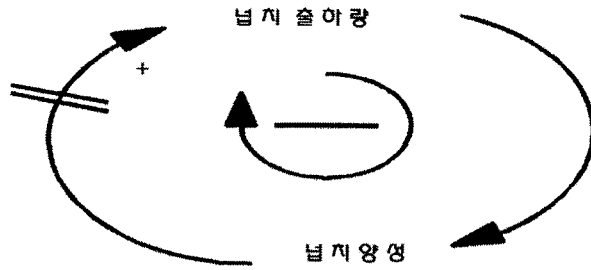
어들어 수급 불균형이 해소되면 결국에는 생산자가격이 높아지게 된다.

또한 양식어류의 입식·생산 과정을 분석해 본다. 이것도 < 그림 4 >의 인과지도와 같이 생산자가격 ⇒ 입식량 ⇒ 양성량 ⇒ 출하량 ⇒ 공급량 ⇒ 수급갭 ⇒ 생산자가격으로 이루어지는 또 하나의 음의 피드백루프로 이루어진다고 할 수 있다. 즉, 생산자가격이 높아지면 양식어가는 치어입식량을 늘일 것이고 (이때 여러 가지 비용요소들도 치어입식량에 영향을 줄 것이다), 치어입식량이 늘면 양식어가의 양성량을 증가시키며, 이것은 결국 출하량을 증대하여 궁극적으로 시장에 어류공급량이 늘어나기 때문에 전반적으로 수급갭이 커지게 된다. 이에 따라 생산자가격은 하락하게 될 것이다. 하락된 생산자가격 때문에 양식어가가 입식량을 줄이면, 양성량이 감소하여 일정시간 후 결국 출하량이 줄어들게 되면, 시장에 유통되는 어류공급량이 줄어들어 수급상태를 개선하게 됨에 따라 결국에는 생산자가격을 다시 높이게 된다.



< 그림 4 > 양식어류 입식·생산과정의 인과지도

박 병 인

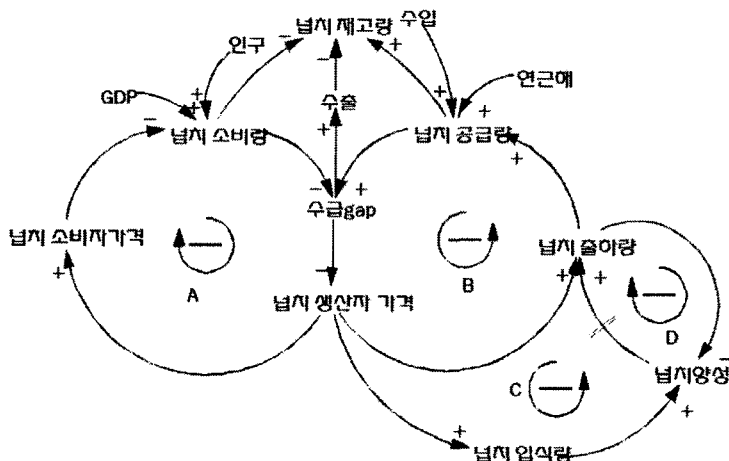


<그림 5> 양식어류 양성과정의 인과지도

마지막으로 또 하나의 음의 피드백 루프인 어류의 양성과정을 보면, 어류의 양성량은 상당한 시간이 경과된 후 출하량에 영향을 미치고, 출하량은 양성량에 영향을 미치게 된다. 즉, 어류양성량이 늘어나면, 시간지연후 어류출하량을 늘리고, 어류 출하량이 늘어나면 양성중인 어류량은 줄어들게 된다(<그림 5> 참조).

이제 이들 네 부문(양식어류 소비·판매과정, 공급과정, 입식·생산과정, 그리고 양성과정)은 네 개의 음의 피드백루프를 갖는 하나의 인과지도로 통합할 수 있다. <그림 6>은 <그림 2>, <그림 3>, <그림 4>, 그리고 <그림 5>를 합해서 양식부문의 주요 경제활동을 인과관계와 피드백루프의 개념을 통해 제시하고 있다.

생산자 가격이 높을수록 소비자가격은 높아지며, 결국 어류소비량을 감소시켜 수급갭이 감소된다(피드백 루프 A). 또한 생산자 가격이 높아지면 출하량이 늘어나고, 이에 따라 공급량이 늘어나면 수급갭이 확대되어 시장의 수급 불균형 심화로 다시 생산자 가격이 하락한다(피드백 루프 B). 그리고 생산자 가격의 상승은 어류 입식량을 확



<그림 6> 어류 양식부문의 인과지도(넙치)



대하고, 이에 따라 양성량이 늘어나면 일정시간 경과후 출하량을 확대시킨다. 그러면 공급량이 늘어나 시장에 어류 물량이 과도하게 풀리게 되어 수급갭이 악화되면 최종적으로 다시 생산자 가격은 하락한다(피드백 루프 C). 마지막으로, 양성량이 늘어나면 일정시간 경과후 출하량을 확대하며, 출하량이 많아지면 양성중인 어류량을 줄이게 된다(피드백 루프 D).

특정시점에서의 생산자가격 상승은 4개의 피드백 루프를 통하여 생산자가격의 하락을 초래하게 된다. 이 하락된 생산자 가격은 소비자가격과 출하량을 변화시켜 다시 생산자 가격에 영향을 주게 된다. 본 연구에서 어류양식부문을 구성하는 4개의 피드백 루프는 모두 음의 피드백 루프이다. 이와 같이 음의 피드백 루프로만 구성된 경우는 일반적으로 안정과 균형을 추구한다(Sterman, 2002).

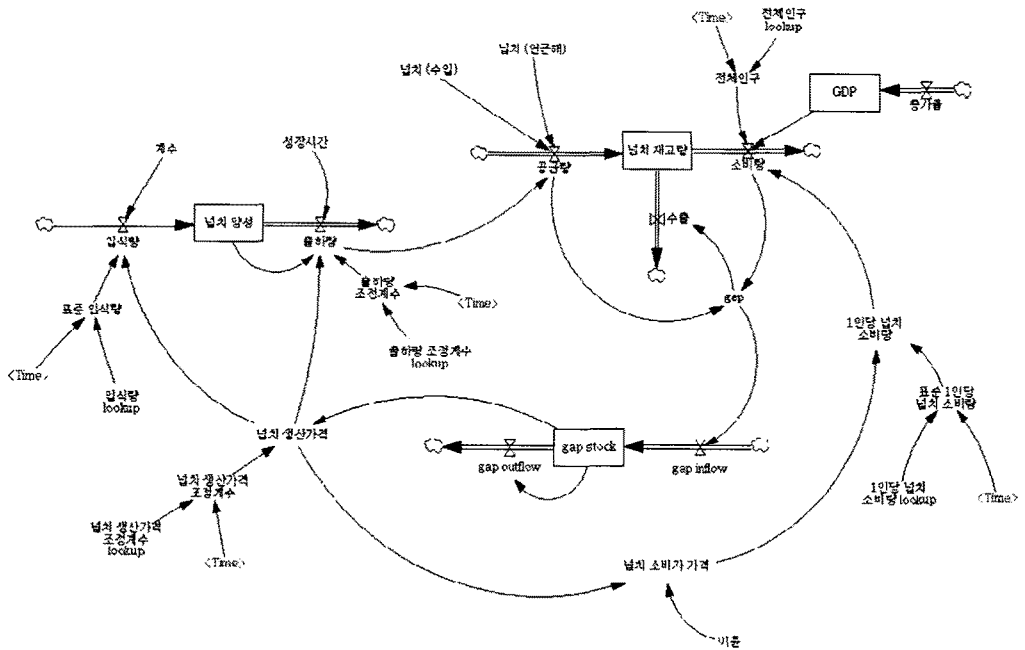
그럼에도 불구하고 어류양식부문이 극심한 불안정을 나타내는 이유는 모형상에 시간의 지연(time delay)이 있기 때문이다. 예를 들어, 생산자가격이 높아지면 입식량이 증가하고, 입식량이 늘어 양성량이 증가하면, 이에 따라 궁극적으로 출하량을 증가시키게 되는데, 여기서 치어가 적당한 출하크기인 700 - 1500g가 되기 위해서는 12개월 - 18개월<sup>3)</sup>이라는 시간의 경과가 필요하다. 이와 같이 음의 피드백루프가 지배적인 체제에 시간의 지연이 추가되면, 그 시스템은 파동성(oscillation)을 지니게 된다. 어류양식부문도 시간의 지연을 띤 음의 피드백루프로 구성된 체제이기 때문에 주기적 파동성을 보인다.

### 3. 양식어류 수급 SD모형 구축

〈그림 7〉은 SD기법의 Stock/Flow 모델을 이용하여 지금까지 설명한 어류양식부문에 대한 주요변수간의 동태적 관계를 구체화한 것이다. 실제로 어류양식부문의 경제활동에는 동 모델이외의 더 많은 변수들이 관련된다. 그러나 본 연구는 수산업에 대한 첫 시도로 가능한 한 단순한 분석이나, 〈그림 7〉을 통해서도 양식어류 수급 및 가격구조의 분석이 어느 정도 가능하다.

시스템다이내믹스 기법의 활용사례가 많으면 변수간의 관계가 많이 파악되어 상대적으로 적은 데이터를 가지고도 원하는 결과를 얻을 수 있다. 그러나 본 연구는 전술한대로 최초로 시도되는 수산업분야에 대한 분석이며, 더구나 수산업분야는 통계의 부정확성이 크게 문제가 되기 때문에 모형의 피팅이 상당히 어렵다. 다행히 2005년 7월경부터 한국해양수산개발원의 수산업관측센터에서 넙치월보를 발행하고 있어 어느 정도 가용한 통계치를 얻을 수 있었다. 하지만 이러한 시계열자료가 너무 적어 변

3) 넙치의 생육기간은 대략 12 - 18개월이다.



<그림 7> 양식어류 수급분석 시스템다이나믹스 모형(납치)

수의 움직임을 충분히 파악해 내기 곤란했다.

따라서 본 연구에서는 수산업 관측센터의 2005년 1월 이후 2006년 말까지의 2년여의 월별 시계열 자료를 기준으로 모형을 구성하고 피팅을 하였다. 이 과정에서 추가할 데이터나 추세들은 해양수산부의 「어업생산통계연보」와 「수산물 수급 및 가격편람」, 한국농촌경제연구원의 「식품수급표」, 한국무역협회의 무역정보네트워크(kita.net), 수산업협동조합의 「수산물수출입통계」, 농수산물유통공사의 「유통통계」, 통계청의 KOIS, 한국개발연구원의 「경제전망」, 그리고 OECD 및 IMF의 「Economic Outlook」 등을 사용했다. 이외에 수산관련 웹사이트와 현장조사결과를 사용하였다.

이 모형에서 사용한 주요 방정식은 다음과 같다.<sup>4)</sup>

①양성재고량 (FISHINV)

수준변수인 어류양성재고량은 전기의 재고량과 일정기간 어류 출하량의 함수이다.

$$FISHINV = FISHINV(t - 1) - FISHOUT(t)$$

FISHOUT: 어류 출하량

②출하량(FISHOUT)

4) 모형에 사용된 자세한 방정식은 부록을 참조 할 것

· 출하량은 특정 시점에 출하되는 어류량을 의미한다. 충분히 양어진 성어는 출하되는 것이 보통이나, 생산자가격에 따른 출하시기의 영향도 받는다. 즉, 출하량은 양성재고와 생산자가격의 함수이다.

$$\text{FISHOUT} = f(\text{FPP}, \text{FISHINV})$$

**FPP**: 생산자가격(원/kg)

**FISHINV**: 양성재고량

### ③공급량(FISHSUP)

공급량은 특정 시점에 시장에 공급되는 어류량을 의미한다. 이러한 공급량은 어류 출하량, 수입량, 그리고 재고 이월량의 함수이다.

$$\text{FISHSUP} = f(\text{FISHOUT}, \text{FISHIM}, \text{FISHINV}(t-1))$$

**FISHIM** : 수입량

**FISHINV(t-1)** : 재고 이월량

### ④수요량(FISHDMD)

수요량은 특정 시점에 시장에 필요한 어류량을 의미한다. 이러한 수요량은 어류 소비량, 수출량, 그리고 양성재고 차기 이월량의 함수이다.

$$\text{FISHDMD} = f(\text{FISHCON}, \text{FISHEX}, \text{FISHINV}(t))$$

**FISHCON** : 소비량

**FISHINV(t)** : 차기 이월량

### ⑤수출량(FISHEX)

어류 수출은 국내 수요를 충당하고 어류가 남을 때 발생하는 것으로 가정했다. 따라서 어류수출량은 수급불균형량의 함수이다.<sup>5)</sup>

$$\text{FISHEX} = f(\text{GAP})$$

**GAP** : 시장의 수급 불균형량 = 공급량 - 수요량

### ⑥어류소비량(FISHCON)

어류소비량은 1인당 어류소비량(FCPP)과 전체인구(POP)의 곱에 의해 결정된다.

$$\text{FISHCON} = f(\text{FCPP} * \text{POP})$$

1인당 어류소비량은 농촌경제연구원의 「식품수급표」상에 제시되는 것으로 각 식품의 가식부분 중량을 환산한 것이다. 이는 총공급량에서 이월, 수출, 사료, 종자, 감모,

5) 현실적으로 수출량은 일정하며, 이 수출량을 기준으로 수급을 판단하는 것이 적절 할 수도 있다. 그러나 본 연구에서는 국내수요를 우선하는 것으로 가정했다.

가공 등을 제외한 량으로 실제소비량(수요량)과는 다소 차이가 있지만, 이를 분석목적으로 사용하기에는 큰 문제도 없고 마땅한 다른 자료도 없다(홍성걸 외, 1999). 한편, 본 연구에서는 필요한 월별 결과치를 구하고자 하나, 식품수급표는 연도별 지표만을 제시해준다. 따라서 농수산물유통공사의 관련어류에 대한 수년간의 반출입실적을 사용해 구한 계절성을 반영하여, 월별 소비량을 구했다.

⑦소비자가격 (FCP)

성어로부터 어육 즉, 핏감 등을 생산할 때 무게의 손실이 발생한다. 이에 따르면, 어육kg당 생산가격은 성어가격(생산자가격) kg당 가격의 약 2배가 된다<sup>6)</sup>. 소비자가격은 어육생산가격에 일정한 이윤(margin)(유통상마진<sup>7)</sup>)을 더함으로써 결정된다.

$$FCP = f(FP, FPP)$$

FP: 어육 kg당 생산 가격

FPP: 생산자 가격(kg당)

⑧입식량 (FISHIN)

현재의 생산자가격이 정상성어가격에 비해 상대적으로 높고 낮음에 따라 입식량(FISHIN)이 조정된다.

$$FISHIN = f(FISHOUT, RFPP, SFISHIN, FISHINR)$$

RFPP : 기준 가격

SFISHIN: 표준 입식량

FISHINR : 입식량 승수

⑨생산자가격(FPP)

양식어가의 판매가격으로, 제비용에 생산마진을 더한 것이다. 생산자 가격은 어류를 출하 할 때 시장의 수급상황을 반영하여 결정된다.

$$FPP = f(GAP, RFPP, FPPR)$$

FPPR : 가격 승수

#### IV. 모형의 결과 및 신뢰성 검증

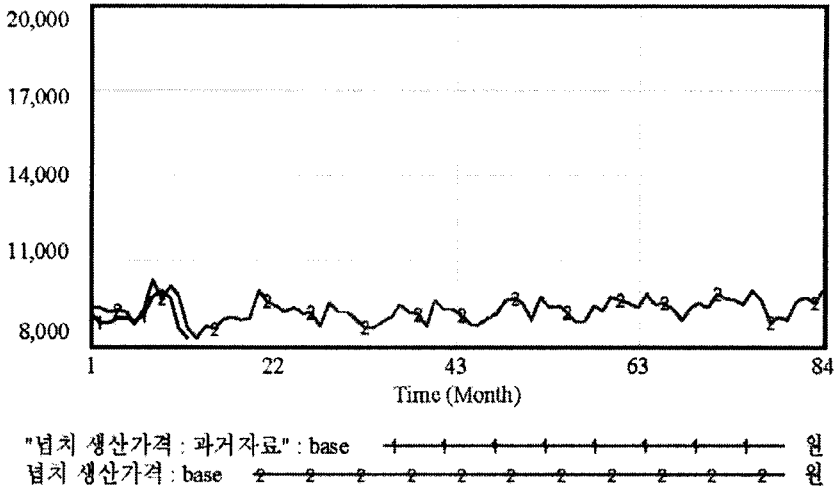
##### 1. 양식어류 수급 분석결과 및 전망

현상을 설명하는 모형의 타당성은 모형이 보여주는 행태와 현실세계의 행태를 비교함으로써 판단한다. 더구나 정책결정자나 연구자는 문제를 해결하는데 도움을 주기

6) 「식품수급표」와 「수산물 수급 및 가격편람」상의 수요를 대비하여 추산한 수치이다.

7) 현장조사에 의하면 대략 10 - 15%수준이라 함

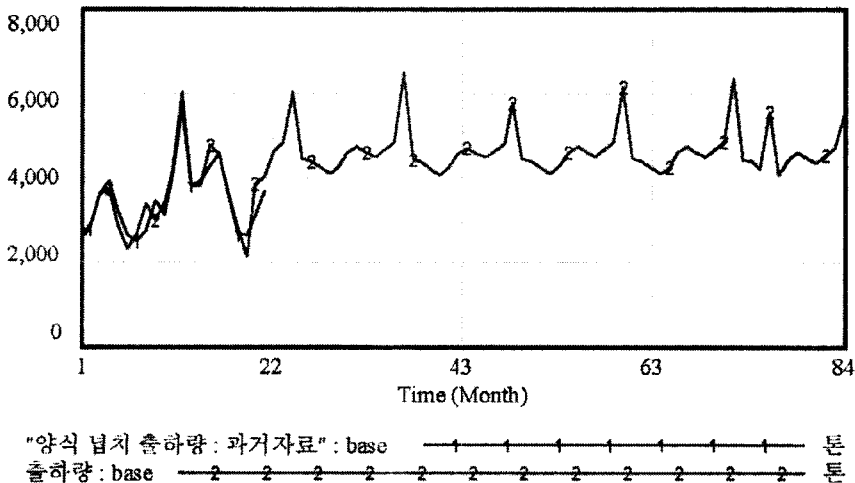
시스템다이나믹스기법을 이용한 우리나라 양식넙치시장의 수급구조 분석



〈그림 8〉 넙치 생산가격

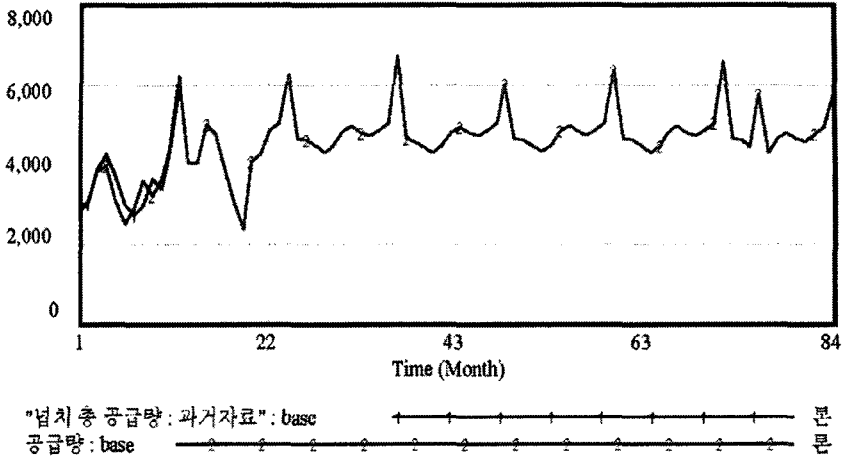
위해 모형을 구축하는 것이 일반적이기 때문에 모형은 유용해야 한다. 모형의 유용성은 모형이 문제를 설명해 주는 정도와 그 문제에 대한 해결책을 탐색하는데 도움을 줄 수 있는 정도에 의해 판단된다. 경제사회의 복잡한 문제는 바람직하지 못한 현상으로 제시되는 것이 보통이기 때문에 모형이 유용하기 위해서는 최소한 설명하고자 하는 행위현상과 유사한 패턴을 나타내 줄 수 있어야 한다(김도훈 외, 1999).

〈그림 8〉는 앞에서 구축한 모형을 시뮬레이션한 결과 생산자가격(1kg당)의 변화를 보여주고 있다. 그림에는 본 연구의 넙치 모형을 통해 구한 생산자 가격추정치와 과거데이터를 겹쳐 도시하였는데, 기간은 짧지만 모형의 결과와 상당히 잘 들어맞았

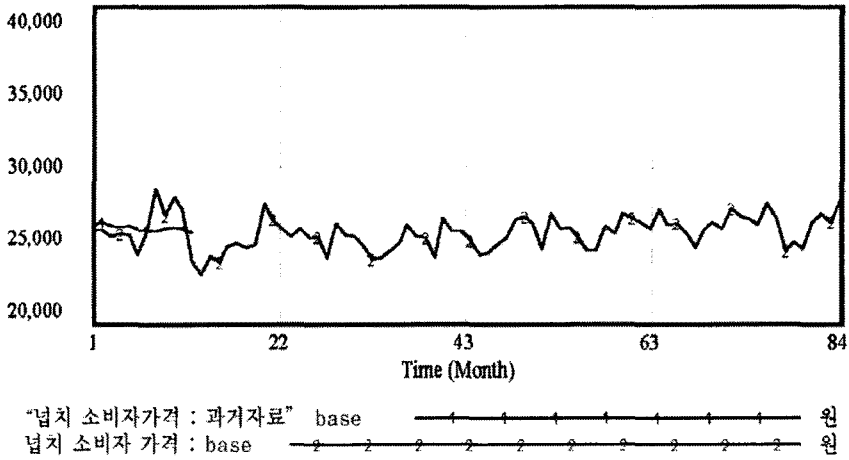


〈그림 9〉 넙치 출하량

박 병 인



<그림 10> 넉치 총 공급량

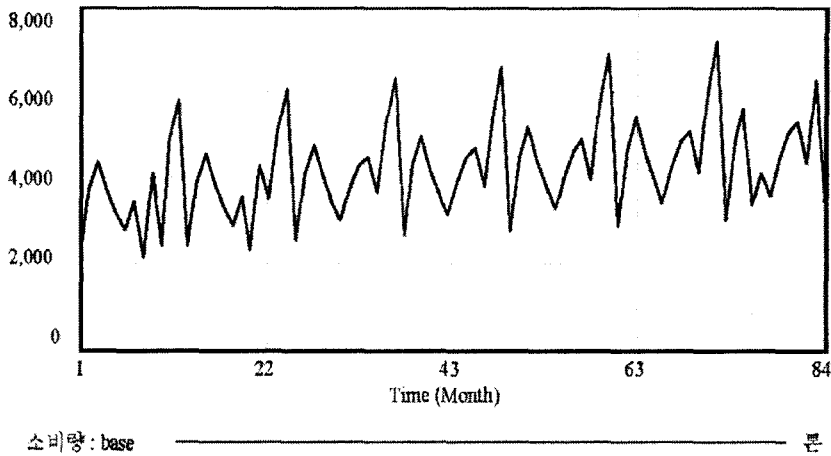


<그림 11> 넉치 소비자 가격

다. 따라서 우리가 제시하는 모형이 상당히 정확한 것으로 판단 할 수 있다. 모형의 추가적인 검증을 위해 출하량, 총공급량, 그리고 소비자 가격의 과거치와 비교해 그린 추정치들이 <그림 9>으로부터 <그림 11>까지 제시되어 있다.

네 개의 그림을 통해 볼 때, 소비자가격을 제외한 다른 값들은 과거치를 아주 잘 반영하고 있다. 그러나 소비자 가격의 경우는 전반적으로 평준화 되어 있어, 모형의 행태를 덜 따르는 듯 하나 수준을 확인하는 데 무리는 없다. 앞에서 든 여러 요인의 비교를 통해 판단 해 볼 때, 본 연구에서 구축한 넉치의 수급구조 모형이 시장을 분석하는데 유용한 것으로 생각된다.

마지막으로 모형을 통해 추정된 소비량을 제시한다(<그림 12> 참조). 여기서 제시



〈그림 12〉 넙치 소비량

한 소비량에 수출량 등을 합하면 매달의 넙치 수요량을 추정할 수 있다. 본 연구의 넙치시황 전망에 따르면 2011년까지 큰 폭의 변동 없이 최근 추세를 지속할 것으로 예측되었다. 다만 현재의 관행이 답습된다면, 매년 말에 겪게 되는 출하량 급증에 따른 가격변동의 문제 또한 지속될 것으로 보인다. 따라서 주기적 움직임을 고려하여, 가격하락기의 생산자 지원과 가격상승기의 소비증대 정책 등을 통해 넙치양식시장을 더욱 안정시켜야 할 것이다.

## 2. 신뢰성 검증

예측 모형의 신뢰도를 평가하기 위하여 사용하는 통계 검증 방법으로서, **MAE, MAPE, MAE/Mean, (R)MSE, Theil's Inequality Statistics** 등이 사용되고 있으며, 시계열 자료를 활용하는 계량경제 분야에서는 위의 방법으로 예측 결과의 신뢰도를 분석하고 있다. 본 연구에서는 시스템다이내믹스 방법론을 이용하여 양식어류인 넙치의 수급구조분석을 실시하였으며, 분석 및 예측 결과의 신뢰도를 나타내기 위해 과거 데이터와 예측 데이터의 적합도를 그래프를 통해 나타내었다.

시계열 자료가 충분한 경우에는 계량경제 모형을 통하여 수요를 예측하며, 앞에서 언급한 통계 검증 방법을 이용하여 예측 결과의 신뢰도를 검증하는 것이 가장 좋을 것이다. 하지만 넙치의 수급구조분석과 같이 통계 데이터의 부정확성이 크며, 시계열 자료가 너무 짧은 경우에는 계량경제모형을 통하여 수요를 예측하는 것은 부적합하다. 더욱이 예측 결과의 신뢰도 분석을 위한 시계열 자료가 겨우 수개월에 지나지 않는 상황에서 위의 통계 검증방법을 사용하는 것은 큰 의미가 없다고 할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 시스템다이내믹스 방법론을 이용

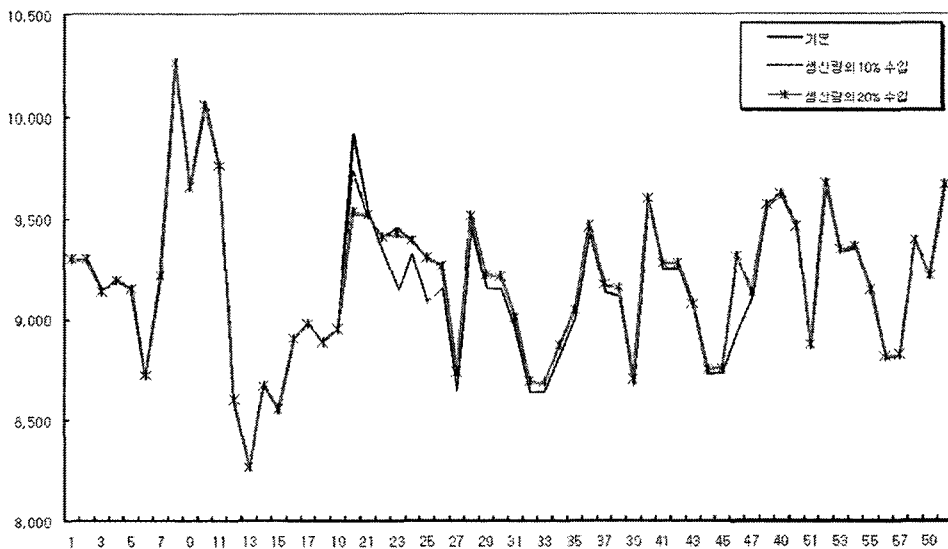
하여 양식어류의 수급구조 분석 및 예측을 하였으며, 시스템다이내믹스에서 일반적으로 사용하는 검증 방법을 통해서 예측 결과의 신뢰도를 검증할 수밖에 없었다.

## V. 정책 분석

어류가격의 안정을 위한 어류수급조절정책을 살펴보면, 장기적인 안정을 목표로 적극적이고 일관된 수급정책 보다는 항시 문제가 닥쳤을 때 이를 막기 위한 임시적인 수단들이 동원되어온 감이 있다. 여기서는 정부가 실시했던 주요 수급조절정책이었던 어류수입, 수매·비축 및 방출, 입식량 감축 및 출하량 조절 등에 대한 정책실험분석을 통해 보다 적절한 정책의 방향을 가늠해 본다.<sup>8)</sup>

### 1. 어류수입

어류수입은 어류수요가 공급을 초과하여 소비자가격이 상승했을 때 취할 수 있는 정책이다. <그림 8>을 다시 보면 13번째 달부터 20번째 달 사이에 가격이 급격히 높아지고 있으며, 어류 수입에 의한 가격의 안정화 효과를 보기 위해 20번째 달에 각각 생산량의 10%와 20%를 수입하였다고 가정했을 경우의 행태를 <그림 13>이 보여주고 있다. 이에 따르면 수입의 가격 안정 효과가 상당기간 지속되는 것을 목격할 수 있다. 가격 급등시 수입은 가격안정에 어느 정도 도움을 주기 때문에 1회성이 아



<그림 13> 어류 수입정책의 평가

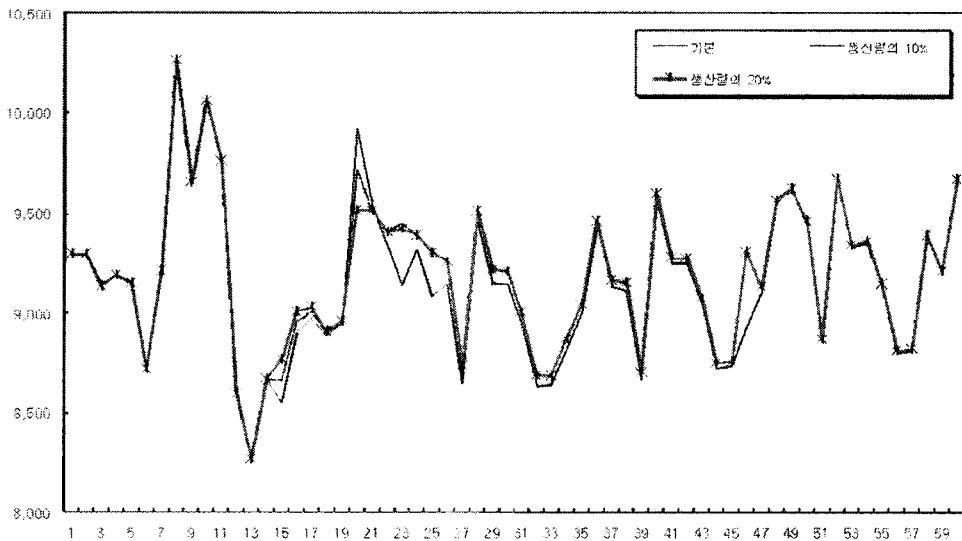
8) 김도훈 외(1999) 참조



닌 상시적인 수입정책을 사용한다면 시장을 상당부분 안정시킬 수 있을 것으로 판단된다.<sup>9)</sup>

## 2. 구매·비축 및 방출

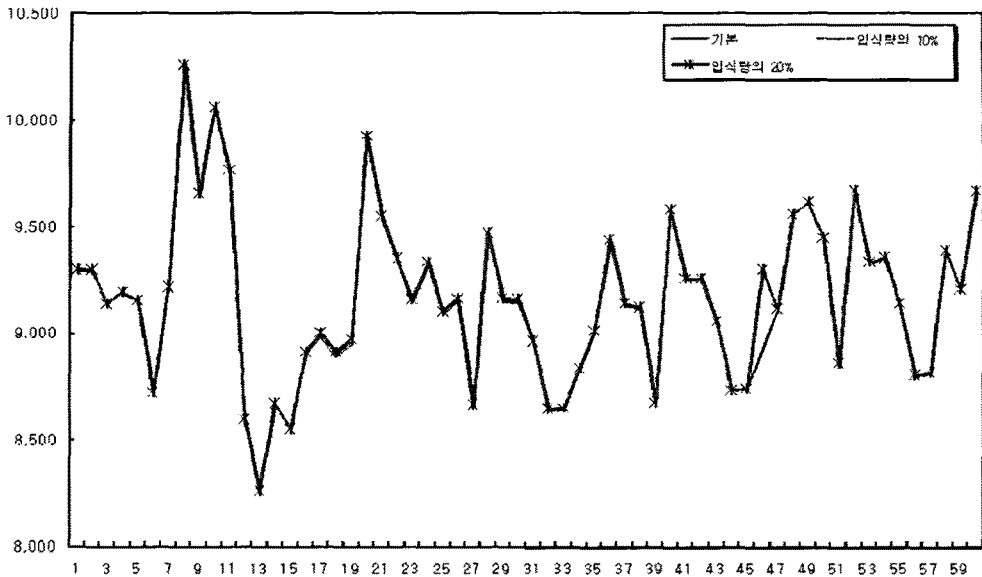
이는 공급과잉으로 가격이 폭락할 때 구매 비축했다가 공급이 부족하여 가격이 폭등할 때 방출하는 정책이다. <그림 14>는 정부가 이 정책을 실시하여 생산자가격이 가장 낮은 13번째 달에 생산량의 10%와 20%를 각각 구매 시작하여, 가격이 높은 20번째 달에 방출을 한 것으로 가정했을 때의 모형의 행태를 나타낸다. 실제로 활어를 대상으로 하는 양식산업에서 구매·비축 정책의 사용이 어렵지만, 2006년 시황의 급락으로 실제 활용한 사례도 있다. 이에 따르면 생산자가격의 진폭이 기본형에 비해 다소 작아졌고 진폭의 주기는 더 길어진 것을 알 수 있다. 이는 구매·비축 및 방출은 그 시기와 양이 적절하다면 단기는 물론이고 장기적으로도 어류양식부문의 안정에 도움을 줄 수가 있는 정책이라고 할 수 있다.<sup>10)</sup>



<그림 14> 구매·비축 및 방출 정책의 효과 평가

9) 수입정책은 현실적으로 어가들과의 관계 때문에 사용하기 어려운 점이 있다. 그러나 본 분석은 수급불균형 해소를 위해 수입정책이 사용된다면 효과적일 수 있음을 제시하는 것이다.

10) 현실적으로 정부가 활어비축의 어려움으로 구매·비축정책을 활용하기는 어려울 것으로 판단된다. 그러나 특정 상황에서 활용가능하다면, 소기의 정책성과를 거둘 수 있는 정책대안으로 평가된다.



〈그림 15〉 입식량 감축 및 출하율 조절정책의 평가

### 3. 입식량 감축 및 출하율 조절

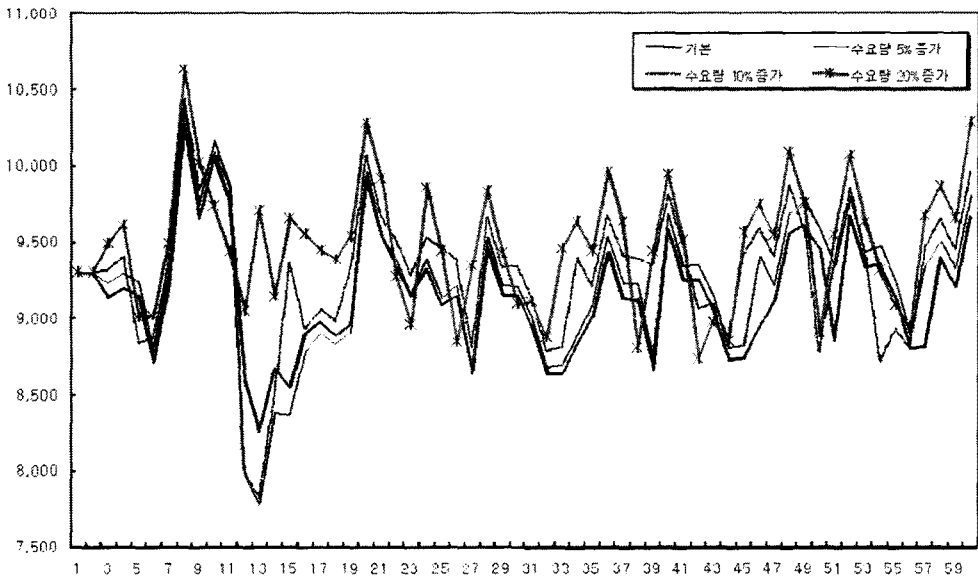
이 정책의 효과는 〈그림 15〉에서 정부가 생산자가격이 가장 낮은 13번째 달에 입식량을 10%와 20%씩 각각 감축하여 출하율을 조절하려고 시도한 경우를 가정한 모형의 행태를 보여주고 있다. 기본형과 비교해 볼 때 그 효과가 거의 나타나지 않는 것으로 보아, 정책의 활용 효과를 기대하기 어려운 것으로 판단된다.<sup>11)</sup>

### 4. 수요의 변화

마지막으로 장기간의 홍보를 통해 수요를 진작시키고, 활어를 주로 먹는 문화를 싱싱회 등의 선어 문화로 바꾸는 등의 노력을 통해 수요량이 5%, 10%나 20%정도 커졌다고 가정했을 때 모형행태의 변화를 보여주는 것이 〈그림 16〉이다.

기본형과 비교해 볼 때 생산자가격의 진폭이 현저히 낮아졌다. 즉, 수요탄력성이 커질수록 어류양식체제가 안정을 이룰 수 있다는 사실을 다시 한 번 확인 할 수 있다. 실제로 수요의 변화는 실행하기가 상당히 어려운 정책임에 틀림없다. 그러나 활어를 주로 먹던 일본의 회문화가 30여년의 지속적 홍보와 계도로 선어회 문화로 바뀌어 유통비용도 크게 절감하고 어민들도 어느 정도 가격을 보장 받을 수 있는 안정적 기반으로 성장한 사례가 있다. 따라서 우리나라에서도 지속적인 수요증대와 다양한 요리법이나 저장 및 운송방법을 개발할 필요가 있을 것으로 판단된다.

11) 그러나 1회적 입식량 감축이 아닌 지속적 입식량 조절정책은 효과를 낼 수도 있을 것이다.



〈그림 16〉 수요의 변화 효과

## Ⅵ. 결론 및 추후연구과제

양식어류 생산어가들의 생산활동은 기본적으로 경제활동이기 때문에 수급의 조절은 가격의 영향을 통해서만 이루어질 수 있다. 생산을 직접 조절하려는 방법은 그 효과도 기대하기 어려울 뿐만 아니라 정책입안자의 과도한 의지만 나타나는 부작용이 초래될 위험이 높다. 그러므로 넙치양식업의 경우도 정부는 정책적 행위를 최대한 억제하고, 간접적으로 시장을 주시하고 필요한 정책을 펴는 것이 바람직하다.

이러한 관점에서 정부는 양식어류 생산량을 조절하여 수급 및 가격을 안정시키는 접근방법 보다 '생산은 생산자인 양식어가에 맡기고, 양식어가가 안정적 생산활동을 영위하는데 선결조건이 되는 수급 및 가격의 안정을 위한 제도를 마련' 하고, 이러한 제도가 제대로 움직여지는지를 주시하면서 미비점을 찾아 보완하는 정책을 펴야 할 것이다. 구체적으로는 어류양식의 수급조절을 위한 가격안정기반을 조직적으로 마련하고 운용함으로써 안정적인 어류양식업 발전을 도모해야 할 것이다. 예를 들어, 관측을 통해 현재의 양식어류가격이 너무 높아 차기의 양식어류공급이 과도하게 늘어날 것으로 예상되면, 추가 입식억제를 위한 지속적 홍보활동을 강화하고 사료가격과 판매가격에 조부금 등을 부과하여 양식량 증가를 제어해야 할 것이다.

그러나 공급량이 과잉되어 가격이 하락하면 수출을 장려하여 수급악화 및 가격의 붕괴를 막아야 한다. 반대로 가격이 너무 낮아 입식 및 생산이 저조하여 차기의 가격

급등이 예측될 경우 생산비용에 가장 높은 비중을 차지하는 사료비 등을 보조하는 방안들을 활용할 수 있을 것이다.

또한 앞의 수입, 수매 및 방출, 입식량 조절, 그리고 수요 증대 등의 4가지 정책의 평가에 따르면 가장 바람직 한 것은 당연히 수요의 증대로 나타났다. 그러나 수요가 증대되기 위해서는 상당한 시일이나 자금이 소요되어야만 하기 때문에 장기계획이 필요한 것으로 판단된다. 이 외에 1회성 입식량 조절 정책은 효과가 적은 것으로 평가되었다. 다만, 적용에 어려움이 있지만, 수입과 수매 및 비축 정책은 잘만 활용된다면 상당한 집행효과를 기대할 수 있는 것으로 분석되었다.

본 연구에서 요인들 간의 관계를 통해 구축한 시스템다이내믹스모형으로 수급구조를 분석하였으나, 多屋(1991)이 지적한 바와 같이 계량경제적인 방법에 의한 시장의 분석은 사용되는 자료의 차이에 따라 같은 어종이나 어류라도 그 결과가 다르게 나올 수 있다. 그러므로 사용에 신중을 기해야만 하며, 이러한 방법에 의해 추정한 장래의 수급량이나 분석결과를 전적으로 믿을 것이 아니라, 다양한 의사결정 참고자료의 하나로 활용해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 시스템다이내믹스를 이용하여 양식어류의 수급과 가격측면을 중심으로 모형화하여 양식어류시스템의 기간별 동적 특성을 시뮬레이션 하였다. 모형을 통한 수급분석으로 실제치와 유사한 결과를 얻었으나 예측력이나 분석력을 더 높이기 위해 향후에는 양식어류만의 영역이 아닌 수산물 전체 나아가 축산물을 포함한 식육류 전체 영역하에서의 양식어류시스템을 모형화 하는 것이 필요 할 것이다.

## 참고문헌

- 김도훈, 문태훈, 김동환, 시스템다이내믹스, 대영문화사, 1999.
- 김현용, “수산물 장기수급전망과 대책(1), (2),” 수협조사월보, 수협중앙회, 2000.
- 농수산물유통 및 가격안정에 관한 법률, 2006.
- 농수산물유통공사, 유통통계, 각호.
- 박성쾌 · 옥영수, 주요 수산물의 수요 공급 및 가격구조에 관한 연구, 한국농촌경제연구원, 1990.
- 박세권 외, “시스템다이내믹스에 의한 돈육가격 예측,” 농촌경제, 한국농촌경제연구원, 제12권 제2호, 1989, pp. 29 - 41.
- 박영병 외, 양식품종별(넙치, 조피볼락) 경제성분석, 국립수산물진흥원, 2005.
- 박해훈 · 윤갑동, “시계열분석을 이용한 한국 명태어업의 어획량 예측,” 한국어업기술학회지, 제32권 제3호, 1996, pp. 235 - 240.
- 수산업협동조합, 수산물수출입통계, 각호.
- 유신재 · 장창익, “시계열 분석에 의한 어획량 예측,” 한국수산학회지, 제26권 제4호, 1993, pp.363 - 368.
- 이계임 외, 수산물 수급실태 분석과 중장기 전망에 관한 연구, 해양수산부, 2003.
- 이은우 · 김형화, “시스템다이내믹스에 의한 돈육부문 시뮬레이션 모델,” 농촌경제, 제6권 제3호, 1983, pp. 45 - 57.
- 조용훈, 수산물 생산량 예측모형 연구 : 시계열 모형을 중심으로, 수경원 연구보고, 수산업협동조합중앙회 수산경제연구원, 2005.
- 통계청, KOIS ([www.kois.go.kr](http://www.kois.go.kr)).
- 한국개발연구원, 경제전망, 각년호.
- 한국농촌경제연구원, 식품수급표, 각년호.
- 한국무역협회, 무역정보네트워크([kita.net](http://kita.net)).
- 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 관측월보 ([www.foc.re.kr](http://www.foc.re.kr)).
- 해양수산부, 수산물 수급 및 가격편람, 2006.
- 해양수산부, 어업생산통계연보, 2006.
- 해양수산부, 해양수산통계연보, 2006.
- 홍성걸 외, 양식수산물에 대한 소비습관 및 수요분석, 기본연구 1999 - 17, 한국해양수산개발원, 1999.
- 홍성걸 · 정명생 · 마임영, “주요 양식수산물의 수요분석,” 식품유통연구, 제17권 제2호, 2000, pp. 140 - 149.
- 홍현표 외, 수산부문 총량모형 구축을 위한 기초적 연구, 정책연구 03 - 01, 한국해양수산개발원, 2003.
- 홍현표 외, 수산부문 전망을 위한 총량모형의 구축, 기본연구 2004 - 02, 한국해양수산개발원, 2004.
- 多屋勝雄, 國際化時代の水産物市場, 北斗書房, 1991.
- Arquitt, S. et al., “Boom-and-Bust Shrimp Aquaculture; a Feebate Policy for

- Sustainability," *System Dynamics Review*, Vol. 21, No. 4, 2005, pp. 305 – 324.
- Forrester, J. W., *Industrial Dynamics*, Cambridge, The MIT Press, 1961.
- Haddon, M., *Modeling and Quantitative Methods in Fisheries*, Chapman & Hall/CRC, 2001.
- Johnstone, D., C. Soderquist & D. H. Meadows, *The Shrimp Commodity System*, Sustainability Institute, 2000.
- Meadows, D. L., *Dynamics of Commodity Production Cycle*, Wright-Allen Press, Inc., Cambridge, 1970.
- OECD, *Economic Outlook*, 2006.
- IMF, *Economic Outlook*, 2006 .
- Sterman, J. D., "All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist," *System Dynamics Review*, Vol. 18, No. 4, 2002, pp. 501 – 531.
- Wakeland, W., O. Cangur, G. Rueda, & A. Scholz, "A System Dynamics Model of the Pacific Coast Rockfish Fishery," *International System Dynamics Conference*, 2003.

### 부록: [넙치 시장 수급구조 모형 SD 수식]

넙치 생산가격 조정계수 lookup([(0,0.5) - (84,2)], (1,1), (2,0.97), (3,0.945), (4,0.96), (5,0.945), (6,0.931), (7,0.977), (8,1.0717), (9,1.08), (10,1.03), (11,0.7), (12,0.9), (13,1), (14,1), (15,1), (16,1), (17,1), (18,1), (19,1), (20,1), (21,1), (22,1), (84,1))

넙치 생산가격 = if then else(gap stock >= 0, delay1(((9300 - (gap stock\*0.55))\*넙치 생산가격 조정계수), 2), ((9300 - (gap stock\*0.5))\*넙치 생산가격 조정계수))

넙치 생산가격 조정계수 = 넙치 생산가격 조정계수 lookup(Time)

"넙치 소비자가격 : 과거자료" := GET XLS DATA ('과거넙치소비자가격.XLS', '과거넙치 소비자가격', '1', 'A2')

출하량 = if then else (넙치 생산가격 >= 9800, delay1(넙치 양성/성장시간\*1.15\*출하량 조정계수, 3), 넙치 양성/성장시간\*0.95\*출하량 조정계수)

출하량 조정계수 = 출하량 조정계수 lookup(Time)

출하량 조정계수 lookup([(0,0) - (100,2)], (0,1), (2,1), (3,1.31), (4,1.41), (5,1), (6,0.7), (7,0.75), (8,0.75), (9,0.8), (10,1), (11,1), (12,1.5), (13,1), (14,1), (15,1.3), (16,1.3), (17,1), (18,0.7), (19,0.5), (20,0.8), (21,0.9), (22,1), (23,1), (24,1.3), (25,1), (35,1), (36,1.4), (37,1), (47,1), (48,1.25), (49,1), (59,1), (60,1.32), (61,1), (71,1), (72,1.37), (73,1), (83,1), (84,1.3))

"넙치 총 공급량 : 과거자료" := GET XLS DATA ('과거총넙치공급량.XLS', '과거총넙치 공급량', '1', 'A2')

"넙치 생산가격 : 과거자료" := GET XLS DATA ('과거넙치생산가격.XLS', '과거넙치 생산가격', '1', 'A2')

"양식 넙치 출하량 : 과거자료" := GET XLS DATA ('과거양식넙치출하량.XLS', '과거양식넙치출하량', '1', 'A2')

입식량 = if then else(넙치 생산가격 >= 9800, delay1(표준 입식량\*계수\*1.15, 12), 표준 입식량\*계수\*0.85)

넙치 양성 = INTEG (+ 입식량 - 출하량, 40223)

증가율 = 0.04

소비량 = "1인당 넙치 소비량" / 1000 \* 전체인구 \* GDP \* 1.16e - 007

박 병 인

$$\text{GDP} = \text{INTEG}(\text{GDP} * \text{증가율} / 12,8.06622e + 006)$$

"1인당 넉치 소비량 lookup"([(0,0) - (84,0.1)], (1,0.0387196), (2,0.0621374), (3,0.0720257), (4,0.0604567), (5,0.0520748), (6,0.0451911), (7,0.0558604), (8,0.0633978), (9,0.0665009), (10,0.0539105), (11,0.0780001), (12,0.0929822), (13,0.0387196), (14,0.0621374), (15,0.0720257), (16,0.0604567), (17,0.0520748), (18,0.0451911), (19,0.0558604), (20,0.0633978), (21,0.0665009), (22,0.0539105), (23,0.0780001), (24,0.0929822), (25,0.0387196), (26,0.0621374), (27,0.0720257), (28,0.0604567), (29,0.0520748), (30,0.0451911), (31,0.0558604), (32,0.0633978), (33,0.0665009), (34,0.0539105), (35,0.0780001), (36,0.0929822), (37,0.0387196), (38,0.0621374), (39,0.0720257), (40,0.0604567), (41,0.0520748), (42,0.0451911), (43,0.0558604), (44,0.0633978), (45,0.0665009), (46,0.0539105), (47,0.0780001), (48,0.0929822), (49,0.0387196), (50,0.0621374), (51,0.0720257), (52,0.0604567), (53,0.0520748), (54,0.0451911), (55,0.0558604), (56,0.0633978), (57,0.0665009), (58,0.0539105), (59,0.0780001), (60,0.0929822), (61,0.0387196), (62,0.0621374), (63,0.0720257), (64,0.0604567), (65,0.0520748), (66,0.0451911), (67,0.0558604), (68,0.0633978), (69,0.0665009), (70,0.0539105), (71,0.0780001), (72,0.0929822), (73,0.0387196), (74,0.0621374), (75,0.0720257), (76,0.0604567), (77,0.0520748), (78,0.0451911), (79,0.0558604), (80,0.0633978), (81,0.0665009), (82,0.0539105), (83,0.0780001), (84,0.0929822))

표준 1인당 넉치 소비량 = "1인당 넉치 소비량 lookup"(Time)

"1인당 넉치 소비량" = if then else(넉치 소비자 가격 > 27500, delay1(표준 1인당 넉치 소비량 \* 0.87, 3), 표준 1인당 넉치 소비량 \* 1.33)

gap outflow = gap stock

gap stock = INTEG (gap inflow - gap outflow, 0)

gap inflow = gap

입식량 lookup([(1,0) - (84,80)], (1,26.96), (2,14.36), (3,14.72), (4,46.56), (5,65.6), (6,48), (7,18), (8,23.6), (9,48), (10,52), (11,14.8), (12,21.54), (13,26.96), (14,14.36), (15,14.72), (16,46.56), (17,65.6), (18,48), (19,18), (20,23.6), (21,48), (22,52), (23,14.8), (24,21.54), (25,26.96), (26,14.36), (27,14.72), (28,46.56), (29,65.6), (30,48), (31,18), (32,23.6), (33,48), (34,52), (35,14.8), (36,21.54), (37,26.96), (38,14.36), (39,14.72), (40,46.56), (41,65.6), (42,48), (43,18), (44,23.6), (45,48), (46,52), (47,14.8), (48,21.54), (49,26.96), (50,14.36), (51,14.72), (52,46.56), (53,65.6), (54,48), (55,18), (56,23.6), (57,48), (58,52), (59,14.8),



시스템 다이내믹스기법을 이용한 우리나라 양식넙치시장의 수급구조 분석

(60,21.54), (61,26.96), (62,14.36), (63,14.72), (64,46.56), (65,65.6), (66,48),  
 (67,18), (68,23.6), (69,48), (70,52), (71,14.8), (72,21.54), (73,26.96), (74,14.36),  
 (75,14.72), (76,46.56), (77,65.6), (78,48), (79,18), (80,23.6), (81,48), (82,52),  
 (83,14.8), (84,21.54))

넙치 소비자 가격 = 넙치 생산가격 \* 이윤

표준 입식량 = 입식량 lookup(Time)

이윤 = 2.79

수출 = if then else (gap > 0, gap, 0)

계수 = 165

넙치 재고량 = INTEG (+ 공급량 - 소비량 - 수출, 0)

gap = 공급량 - 소비량

공급량 = 출하량 + "넙치 (연근해)" + "넙치 (수입)" + "넙치 (원양)"

"넙치 (수입)" = 40.5

"넙치 (연근해)" = 163

"넙치 (원양)" = 0.83

성장시간 = 14

전체인구 = 전체인구 lookup(Time)

전체인구 Lookup([(1,0) - (120,7e+007)], (1,4.82972e+007), (13,4.84564e+007),  
 (25,4.86068e+007), (37,4.87467e+007), (49,4.88745e+007), (61,4.89888e+007),  
 (73,4.90832e+007), (85,4.91628e+007), (97,4.92274e+007), (109,4.92771e+007),  
 (120,4.92771e+007))

\*\*\*\*\*  
 .Control  
 \*\*\*\*\*

Simulation Control Parameters

FINAL TIME = 84

INITIAL TIME = 1

SAVEPER = TIME STEP

TIME STEP = 1

박 병 인

## **Analyzing the Supply and Demand Structure of the Korean Flatfish Aquaculture Market : A System Dynamics Approach**

Byungin Park

### **Abstract**

This study tried to build a structure model for the Korean flatfish aquaculture market by a system dynamics approach. A pool of several factors to influence the market structure was built. In addition, several reasonable factors related to the flatfish aquaculture market were selected to construct the causal loop diagram (CLD). Then the related stock/flow diagrams of the causal loop diagrams were constructed. This study had been forecasting a production price and supply, demand, and consumption volume for the flatfish market by a monthly basis, and then made some validation to the forecasting. Finally, four governmental policies such as import, storage, reduction of input, and demand control were tentatively evaluated by the created model. As a result, the facts that the demand control policy is most effective, and import and storage policies are moderately effective were found.

key words : system dynamics, flatfish, CLD, stock/flow diagram, market structure

---

\*Associate Professor, Chonnam National University