

# 해외의 SPS(위생 및 식물위생) 조치의 경제성분석방법과 적용사례\*

문한필

해외의 SPS 조치에 대한 다양한 경제성 분석방법 등을 소개하고 실질 적용사례 등을 살펴 보았다.

## 1. 머리말

만성적인 농산물 수입국의 경우 특정 병충해 및 질병의 SPS 조치에 관한 의사결정은 관련품목의 생산자뿐만 아니라 농업전체 나아가 경제전반에 미치는 파급효과가 매우 클 수 있다. 따라서 최근 들어 해외에서는 주요 농축산물 수출입국을 중심으로 SPS 조치의 경제적 분석에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 글에서는 이 조치에 대한 다양한 경제성 분석방법 등을 소개하고 실질 적용사례 등을 알아보기로 한다.

## 2. SPS 조치와 경제학의 역할

수입국은 자국의 국민 건강과 생태계 및 동물의 건강을 보호하기 위하여 안전성의 입증을 교역상대국에게 요구할 수 있다.

최근 농산물 수입국을 중심으로 과거에 교역실적이 없었던 새로운 지역으로부터의 농산물 수입이 증가하고 있다. 동식물, 농산물, 식품의 수입에 관한 의사결정에서 수입국은 자국의 국민 건강과 생태계 및 동물의 건강을 보호하기 위하여 안전성의 입증을 교역상대국에게 요구할 수 있다. 수입국의 검역당국은 수입 동식물, 농산물, 식품에 대한 위험평가(risk assessment)를 통해 수입허용여부를 결정한다.

WTO SPS(위생 및 식물위생조치) 협정은 회원국들의 인간, 동물, 식물의 생명 또

\* 본 내용은 SPS 조치와 관련된 여러 참고문헌들을 참고하여 문한필 부연구위원이 작성하였다 (hanpil@keri.re.kr, 02-3299-4259).

는 건강에 대한 위험평가에 근거해야 한다고 규정하고 있다(제5조 제1항). 특히, 수입국이 국제기준과 다른 동식물 검역조치를 취할 경우 과학적이고 일관성 있는 위험평가의 자료를 제시하도록 명시하였다.

동식물 검역 시 준용해야 하는 국제기준은 SPS 협정 부속서 A3항에 명시되어 있다. SPS 협정에서 동물위생 및 동물전염병 관련 동물검역은 국제수역사무국(OIE), 식물과 병해충 검역은 국제식물보호협약(IPPC)의 규정을 따르고 식품안전과 관련된 식품검역은 FAO의 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission)의 규정을 따르도록 하고 있다. 다만, WTO 회원국들은 과학적 정당성이 있는 경우나 또는 WTO/SPS 협정에 의거하여 적절하다고 인정될 경우 관련 국제규정이나 지침보다 엄격한 동식물검역 조치를 도입·유지할 수 있다.

식량자급도가 낮은 국가는 수입 농산물을 통해 외래병해충이 자국내로 유입될 가능성이 상대적으로 높다. 따라서 자국민의 건강과 생태계의 보호를 위해 동식물 검역과정에서 과학적인 위험평가체제를 정립하고 이를 지속적으로 개선하기 위한 논의가 진행되고 있다.

동식물검역과 같은 국경조치 외에도 이미 국내에 유입된 병해충과 질병 및 유해 잡초(noxious weeds)의 정착(establishment) 및 확산(spread)에 따른 위험으로부터 농업과 천연자원을 보호하려는 방역과 방제 활동 또한 생물안전조치에 속한다. 가령, 신종 해충이 자리를 잡고 초기 박멸작업이 실패로 끝난 후에는 박멸 작업을 계속 진행시킬 것인지 또는 해충의 확산을 중지시키거나 늦추는 봉쇄전략(confinement strategy)으로 바꿀 것인지를 결정해야 한다. 국민들에게 안전한 고품질 농식품을 공급하고, 토착 생태계의 보호와 함께 생태자원을 최적으로 관리하기 위해서는 외래병해충에 대한 위험평가뿐만 아니라 박멸·방제조치에 관한 정확한 의사결정이 필요하다.

SPS 관련 분야는 공공재의 성질을 가지고 있어 시장실패가 나타난다. 예컨대 수입농산물로 인해 외래병해충 및 질병이 유입되어 정착될 경우 외래병해충의 유입을 초래한 것은 수입업자이지만 그 피해는 농민들에게 귀속되므로 수입업자는 외래병해충 및 질병 유입방지에 노력하지 않는다. 수입업자는 많은 상품을 수입해서 수익을 극대화하기만 하면 된다. 이 경우 피해를 초래한 수입업자에게 아무런 비용이 지불되지 않고 농민에게 그 피해가 귀속된다는 점에서 외부불경제가 발생하게 되어 시장실패가 나타난다. 이러한 외부불경제가 정부로 하여금 SPS 조치에 관여하도록 한다. 그러나 어느 한 국가가 SPS 조치를 통해 수입을 제한하면 외래병해충과 질병위험은 줄어들지만 수입이 감소하고 국내 가격이 높아져 소비자나 수입원자재를 사용하는 가공업자의 편익은 감소한다. 이렇게 상충(trade-off)관계가 발생하는 경우 정부는 합리적인 의사결정이 필요하게 되고 해당 병해충의 잠재위험에 관한 경제성 분석결과가 판단의 근거로 사용되기도 한다(최세균 등, 2003).

한편, WTO SPS 협정문의 기본적인 입장은 무역자유화라는 효율성보다 유해병해충 및 질병 유입의 위험을 더 중시하고 있다. 협정문의 전반적인 기조는 SPS 조치가 과학적 원리에 근거하여야 하며, ‘적정 보호수준’<sup>1)</sup>을 결정하고 적용하는데 있어서 일관성을 유지해야 한다는 것이다. 보호의 적정수준과 관련한 일관성의 문제는 대단히 중요한 문제로 SPS 협정문의 규범적 기초일 뿐만 아니라 국제분쟁에서 중심에 놓여 있는 문제이다. 사실 SPS 협정문에는 경제학자가 수입에 따른 가격하락과 같은 경쟁에 대한 고려를 포함한 일반적인 비용편익 분석을 통해 경제적 합리성을 제공할 수 있는 여지가 작은 편이다. 단지, 외래병해충 및 질병유입, 정착 및 확산에 따른 경제적 손실 등의 비용을 산출하는 정도에 그치는 경우가 많다(최세균 등, 2003).

체계적이고 효율적인 병해충 위험관리를 위해서는 병리학, 생태학, 농학, 경제학, 등을 아우르는 종합적인 평가가 요구된다.

그럼에도 불구하고 SPS 조치와 관련된 최근의 해외연구들은 병해충의 유입과 발생에 따른 직접적인 손익뿐만 아니라 간접적인 파급영향을 계측함으로써 보다 효율적인 정책수단을 모색하고 있다.

그동안 SPS 조치에 대한 의사결정은 주로 병해충 및 질병 전문가의 과학적 판단과 같은 정성적 평가를 기반으로 이루어졌지만, 최근에는 이용 가능한 정보의 양과 질이 풍부해지고 분석방법과 기술이 개선되면서, 통계기법을 활용한 정량적 평가가 권장되고 있다. 또한, 체계적이고 효율적인 병해충 위험관리를 위해서는 병리학, 생태학, 농학, 경제학, 사회학 등을 아우르는 종합적인 평가가 요구되고 있다.

### 3. SPS 조치의 경제성 분석방법과 사례

SPS 조치의 경제성 분석방법으로 부분예산 기법, 비용편익 분석, 부분균형 모형, 투입산출 분석, 연산가능 일반균형모형을 소개하였다.

주요 농산물 수출국을 중심으로 해외에서는 SPS 조치의 경제성 분석에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 선행연구에서 주로 활용되고 있는 분석방법은 ① 부분예산 기법(Partial Budgeting: PB), ② 비용편익 분석(Cost-Benefit analysis: CB), ③ 부분균형모형(Partial Equilibrium modeling: PE), ④ 투입산출 분석(Input-Output analysis: IO), ⑤ 연산가능 일반균형모형(Computable general equilibrium modeling: CGE) 등 5가지 정도이다. 여기에서는 각각의 분석방법과 사례연구를 소개하기로 한다.

#### 1) 부분예산 기법 (Partial Budgeting: PB)

PB는 원래 영농에서 세부적인 조정(변화)으로 인한 경제적 효과를 평가하기 위해 고안된 기법이다. 즉, 영농과정에서 작은 변화는 기존의 비용과 수익을 감소시

1) 적정보호수준을 SPS 협정문에서는 다음과 같이 정의하고 있다. 적정보호수준은 자기나라 영토내의 인간, 동물 또는 식물의 생명 또는 건강을 보호하기 위하여 위생 또는 식물위생 조치를 취하는 회원국에 의해 적절하다고 판단되는 보호수준을 말하며, 많은 회원국이 ‘수용 가능한 위험수준’이라고 부르고 있다.

키는 동시에 새로운 비용과 수익을 유발시킨다. 이러한 변화에서 파생되는 순효과 는 긍정적인 효과의 총합에서 부정적인 효과의 총합을 제한 값이다.

PB는 원래 영농에 서 세부적인 조정 으로 인한 경제적 효과를 평가하기 위해 고안된 기법 이다.

표 1 부분 예산 레이아웃: 현재 상황(병충해 없음)과 대체 상황(병충해 발생)의 비교

비용	이득
A) 추가비용: 반대 상황에서 발생하는 비용 (현재 상황에서는 발생하지 않음)	C) 추가수익: 반대 상황에서의 수익 (현재 상황에서는 발생하지 않음)
B) 절감된 수익: 현재 상황에서의 수익 (반대 상황에서는 발생하지 않음)	D) 절감된 비용: 현재 상황에서의 비용 (반대 상황에서는 발생하지 않음)
총 비용: A + B	총 수익: C + D
순수익: C + D - A - B	

해충의 위험성 평가에 있어서 PB의 장점은 간결함과 투명성에 있다. Macleod 등 (2003)과 Breukers 등(2008)은 국가 차원에서 검역을 요하는 해충이나 질병의 침입에 대한 경제적 결과를 평가하는 데 PB를 사용하였다. 이는 대표적인 농장의 PB를 산 출하고 이를 보다 큰 범위(지역 또는 국가)에 비례하여 적용한 것이다.

그러나, PB는 장기적인 효과나 다른 경제 분야의 영향을 측정하는 데는 적합하 지 않으며, 이는 PB가 특정 경제활동을 설명하는 데 있어 가격변화를 고려하지 않 은 고정된 예산에 의존하기 때문이다. 즉, 해충 발생으로 인한 생산량 감소는 시장 의 수요와 공급에 장기적인 영향을 가질 수 있다. 나아가 수송이나 식품가공업과 같은 다른 분야에도 영향을 줄 수 있다.

따라서, 병해충의 유입으로 인한 시장의 가격변화와 다른 분야와의 상호관계가 미미한 경우에, 표준적인 농장의 PB 결과가 대표성을 가질 수 있다.

**EU의 감자 갈죽병(PSTVd: Potato Spindle Tuber Viroid)에 대한 사례연구**

PSTVd의 EU로의 유입에 따른 직접적인 경제적 결과(생산감소, 품질하락, 추가 보호비용 등)를 평가하는 데 PB를 사용하였다. 평가를 위한 첫 단계는 1) 유해성에 대한 확인과 더불어 2) 병충해 확산의 가능성 측정, 3) 유해 지역 내에서의 피해를 입을 가능성이 큰 자산에 대한 경제적 가치 산정으로 이루어진다.

두 번째 단계인 시나리오 설정에서는 PSTVd가 병충해에 노출된 위험한 지역 전 체에 확산될 것이라는 최악의 경우를 가정하였다. 감자만을 대상으로 할 때, EU에 서 위험에 노출된 지역은 대략 50만 ha이며, 연간 1,400만 톤의 감자를 생산한다 (140유로/톤의 평균가격을 기준으로 18.9억 유로의 생산액에 해당함). PSTVd의 발 생으로 평균 생산량의 30%가 피해를 입는다는 가정 하에 수익(생산액)은 연 5.67억 유로가 감소될 것으로 예상된다.

추가되는 작물보호비용 역시 환산할 수 있으며, 이는 현재 보호비용(연 1.18 억

유로)에 예상된 증가량을 곱한다. 전문가들은 PSTVd 발생으로 농부들이 작물에 대한 보호 활동을 두 배로 늘릴 것으로 예상하였다.

따라서, PSTVd 유입으로 인한 모든 부정적인 영향은 생산액 감소와 추가 보호비용의 합으로 나타나는데, 이는 연 6.85억 유로이다. 반면, 병충해 발생으로 인한 추가수익이나, 기존의 비용 중에서 병충해의 유입으로 절감될 수 있는 비용은 없기 때문에 PB 분석결과 순손실은 연 6.85억 유로이다.

### 영국의 오이총채벌레(Thrips palmi)에 대한 사례연구

MacLeod 등(2004)<sup>2)</sup>은 PB를 이용하여, 영국에서 2000년 오이총채벌레(Thrips palmi)가 처음 창궐한 시기의 자료를 바탕으로 특정 유해지역의 총 한계예산(gross margin budget)을 추정하고 이를 일반적인 유리온실의 총 한계예산과 비교하여 오이총채벌레 발생의 영향을 추정하였다.

또한, 해충 박멸(eradication)에 대한 비용을 추정하고, 최종적으로 편익-비용비를 도출하였다. 그 결과, 수출시장에 변화가 없는 경우 오이총채벌레의 박멸에 대한 편익-비용비가 4:1에서 19:1로 나타난 반면, 해충으로 인해 수출시장을 상실할 경우에는 해충 박멸의 편익-비용비는 95:1에서 110:1에 이를 정도로 상승하였다.

## 2) 비용편익 분석 (Cost-Benefit analysis: CB)

CB는 기본적으로 특정 규제(intervention)가 시행되었을 때의 효과를 규제가 시행되지 않았을 경우와 비교하여 환경보호나 보건 등의 측면에서 밝히는 데 사용된다. 규제와 그 효과가 나타나는 시점이 주로 다르므로 비용효과 분석은 현재 비용과 미래 비용의 할인율 이용을 이용하여 연계하여 분석한다. 만약 규제와 관련한 비용과 편익이 불확실하다면 확률도 함께 사용될 수 있다.

CB의 결과는 1달러당 발생하는 편익으로 나타낼 수 있으며, 이는 주로 편익-비용비(benefit-cost ratio)나 총 편익에서 총 비용을 제한 순편익으로 표현된다.

위생 및 식물검역조치와 관련한 비용은 크게 ① 실제 자원 비용(real-resource costs), ② 사회적 후생 손실(social welfare losses), ③ 이전 비용(transitional costs), ④ 규제 비용(regulatory costs)으로 나눌 수 있다. 실제 연구에서 이런 비용들은 산업 부문에서 직접 추정하거나, 혹은 부분균형모형(partial equilibrium models)이나 일반균형모형(general equilibrium models)을 통한 경제 전반적 후생 손실로 추정한다.

편익은 관련 규제로 생기는 긍정적 효과의 총 순현재가치(net present value)로 측정되며, 이런 편익은 직접적 편익과 간접적인 편익을 모두 포함할 수 있다. 직접적

CB는 기본적으로 특정 규제가 시행되었을 때의 효과를 규제가 시행되지 않았을 경우와 비교하여 환경보호, 보건 등의 측면에서 밝히는 데 사용된다.

2) MacLeod, A., J. Head, and A. Gaunt (2004) "An assessment of the potential economic impact of Thrips palmi on horticulture in England and the significance of a successful eradication campaign." Crop Protection 23(7):601-610.

편익의 예로는 병해충의 박멸이나 이러한 상태의 지속 등이 있으며, 간접적 편익의 예로는 수출 가치, 농업 생산성 증대, 식품 안전 등이 포함된다.

CB와 유사한 비용효과 분석(Cost-effectiveness analysis: CE)은 편익을 물리적 숫자로 표현하는 것에서 차이점이 있으며, 분석결과는 물리적 편익당 비용으로 나타난다. CE는 일반적으로 투자와 관련한 편익 흐름이 화폐적 가치로 표현하기 어려울 때 사용된다. 비용효과 분석은 CB에 비해 분석 비용이 적게 들고 기술적인 요구도 덜한 편이지만 분석 대상인 여러 정책이 각기 정성적이고, 정량적으로 다른 효과를 가진다면 사용할 수가 없다. 또한, CE는 순편익이 존재하는지를 알 수 없다는 단점이 있다.

### 호주의 식물검역 프로그램(plant quarantine program) 사례연구

Keller 등(2007)<sup>3)</sup>은 새롭게 유입되는 위험 외래종(invasive species)에 대한 위험평가(risk assessment)를 대상으로 비용편익 분석을 실시하였다. 즉, 호주의 식물검역 프로그램을 분석대상으로 하여, 하나의 외래종이 유입될 때 발생하는 연간 기대순편익(expected net benefit)을 도출하고 이를 일정 기간(10년, 25년, 50년, 100년) 동안에 걸친 동태 모형으로 분석하였다.

연간 기대순편익은 해당 외래종에서 발생하는 연간 편익, 유입 외래종 일부가 위험 외래종이 되어 유발하는 비용과 연간 실시하는 위험평가 비용의 합으로 계산된다. 해당 외래종에서 발생하는 연간 편익은 유입종의 개체 중 침입(invasion)에 성공하지 못한 개체 중 검역을 받은 개체와 유입 개체 중 침입에 성공했고 이 중 검역을 피한 개체에 의해 발생한다. 위험 외래종의 비용 역시 유입 개체 중 침입에 성공하고 검역을 피한 개체에 비례한다. 마지막으로 연간 위험평가 비용은 고정비용으로 가정하였다.

Keller 등(2007)은 기대순편익 방정식과 호주 관상식물 산업의 자료를 바탕으로 다양한 기간과 위험평가의 정확도, 여러 가지 할인율에 대하여 시뮬레이션을 실시하였다. 그 결과, 실제 정책 입안 기간보다는 긴 시간이지만, 위험평가 실시가 장기적으로(50~100년) 양(+)의 순현재가치를 가지는 것으로 나타났다.

### 병해충에 대한 최적 위험저감행위의 선택에 관한 연구

Cao 등(2004)<sup>4)</sup>은 반복되는 병해충 질병의 총비용을 ‘병해충(질병)을 박멸하는데

3) Keller, Reuben P., David M. Lodge, and David C. Finnoff (2007) "Risk assessment for invasive species produces net bioeconomic benefits." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104(1):203-207.

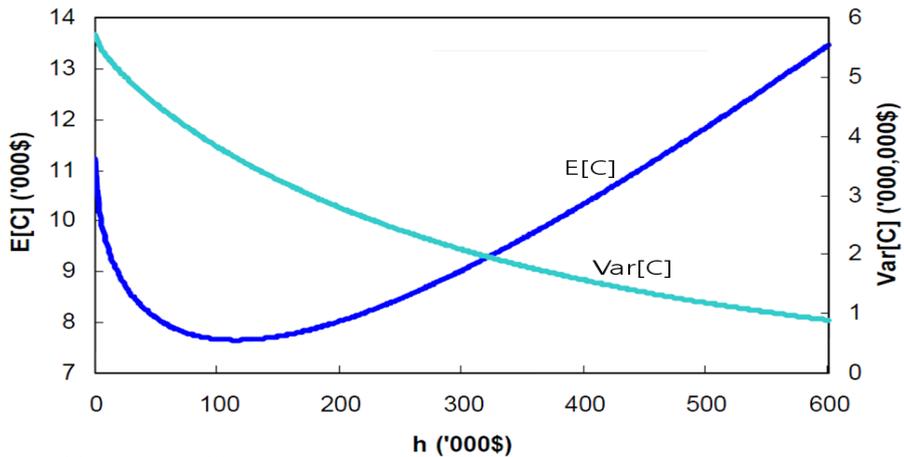
4) Cao, Liangyue, and Nico Klijn (2004) Optimal hazard reduction for recurrent episodes of pest or disease incursion and eradication. 48th Annual Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society, Melbourne, 2004.

드는 비용'과 '질병이 발생할 위험을 저감하는 비용'으로 나누어서 계산하였다. 질병의 발병이 확률적인 사건이며, 일정 기간을 두고 반복적으로 일어나므로 그 총비용은 기대 현재가치(expected present value)로 추정할 수 있다. 경제주체는 위험 저감(해당 연구에서의 선택 변수)을 통해서 이를 최소화하려고 할 것이다(본 연구의 목적함수, 즉 비용최소화 문제).

모형의 간소화를 위해 위험 저감 행위만을 분석하였으며, 다른 관리 방법은 고정되어 있고 정보가 모두에게 알려져 있는 것으로 가정하였다. 만약 경제주체가 위험중립적(risk neutral)이라면 총 비용을 가장 줄이는 것이 최적화된 행위의 기준이 될 것이다. 그러나 위험회피자(risk averse)의 경우라면 기대 총비용과 더불어 총비용의 분산도 위험회피자의 의사결정에 영향을 줄 것이며, 높은 총비용은 낮은 분산과 상쇄관계(trade-off)를 보일 것이다.

따라서, Cao 등(2004)은 기대 총비용과 더불어 총비용의 분산에 대한 수식도 제시하였으며, 설정한 모형을 실제 상황에 응용하기보다 변수들의 다양한 값에 대해 어떻게 최적 위험저감행위가 이루어지는지를 시뮬레이션을 통해 보여주고 있다.

그림 1 기대총비용과 위험저감행위 및 총비용의 분산과 위험저감행위의 관계



주: E(C) 기대 총비용, V(C) 총비용의 분산, h 위험저감행위(활동)  
 자료: Cao, Liangyue, and Nico Klijin(2004).

PE는 정책개입이나 해충의 유입과 같은 어떤 충격이 있을 경우 시장 참여자의 후생이 어떻게 변화하는지를 분석한다.

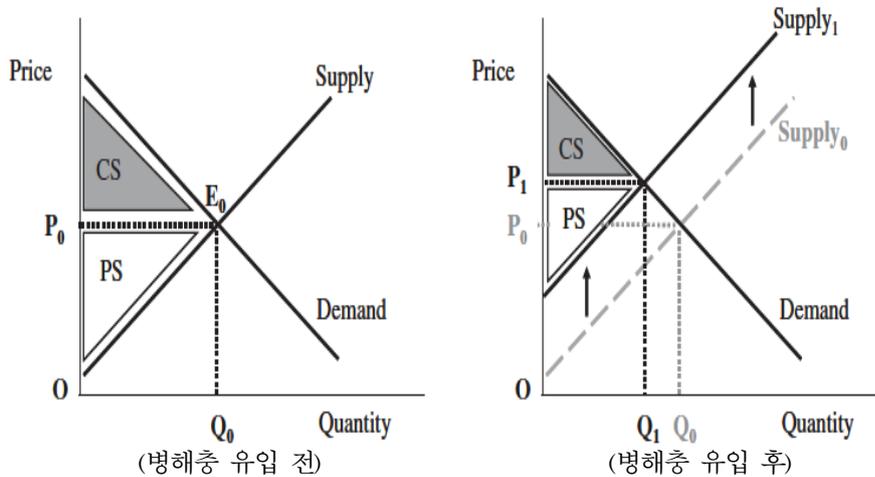
### 3) 부분균형모형(Partial Equilibrium modeling: PE)

PE는 정책 개입이나 해충의 유입과 같은 어떤 충격이 있을 경우 시장 참여자의 후생이 어떻게 변화하는지를 분석하며, 시장균형을 찾는 것을 원칙으로 한다. PE를 통해 해당 충격의 영향은 특정 생산물의 균형가격과 균형량 변화, 충격 전후의 후생 변화로 측정된다. PE는 농업정책, 국제무역과 환경적인 사안들을 분석하

는 데 폭넓게 적용되어 왔다.

만약 병해충으로 인해 시장가격이나 사회후생이 크게 변화할 것으로 예상된다면 PE를 사용하는 것이 바람직할 것이다. 또한 PE는 단일 상품의 시장뿐만 아니라 다수의 상품 시장에 대하여 이루어질 수 있다. 즉, 상품들이 대체 및 보완 관계가 있는 시장들을 연결하고, 해충의 유입이나 질병의 발생과 같은 충격이 이들 시장에 미치는 효과를 포착할 수 있다. 예를 들어, 밀의 생산에 직접적인 영향을 주는 해충이 밀의 대체 작물인 옥수수의 수요와 공급에 미치는 간접적인 파급효과를 계측할 수 있다. PE는 다수의 시장에서 발생하는 생산자와 소비자의 잉여를 산출함으로써 각기 영향을 받은 시장에서 파생되는 효과들을 순차적으로 계산할 수 있다.

그림 2 병해충 유입(발생)으로 인한 시장균형의 변화



자료: Soliman 등(2010).

PE는 병해충의 영향을 받은 시장(들), 해외시장의 경쟁상품에 대한 균질성의 정도, 세계시장에서 차지하는 국내 생산자들의 영향과 같은 전체 시장구조를 정의할 수 있어야 사용이 가능하다. 기본적으로 필요한 자료에는 생산물의 가격과 수량, 그리고 공급과 수요의 가격 탄력성이 포함되며, 해당 상품의 수급에 영향을 받는 여타 시장들을 함께 모형에 반영하게 되면, 분석결과가 보다 실제적일 수 있다. 다만, PE는 경제 전반에 걸친 영향을 분석하는 데에는 한계가 있으므로 해충으로 인해 다른 산업 부문에 영향이 크게 없거나 거시경제변수에 큰 영향을 주지 않는다고 판단될 때 사용하는 것이 바람직하다.

최근에 병해충 위험성 평가에 PE를 적용한 사례들은 Arthur(2006), Breukers 외

(2008), Surkov 외(2009) 등이 있다.

Arthur(2006)는 뉴질랜드로부터 호주의 사과수입을 허용하는 데서 오는 후생 변화를 평가하는 데 PE를 활용하였다. 이와 같은 무역역조치 완화는 호주로의 사과 화상병(fire blight) 유입 위험을 의미한다. 수입량 증가에 따른 사과가격의 하락에서 발생하는 소비자 잉여의 증가와 함께 해충 박멸에 소요된 비용과 생산자 잉여의 감소가 제시되었다. 사회 전체의 후생 변화를 측정된 결과, 화상병이 호주 전 지역에 걸쳐 발생한다 해도 호주는 9천만 달러 규모의 후생증가효과를 가지는 것으로 나타났다.

Peterson 외(2006)<sup>5)</sup>은 미국의 멕시코 아보카도 수입에 대한 영향을 해충 위험 완화(mitigating pest risks)와 관련하여 세 가지 시나리오로 분석하였다. 기대 가중치 부분균형 시장분석(expectation-weighted partial equilibrium market analysis)을 통해 수출입 국가의 수요와 공급, 규제 관련 비용과 해충 발생 시 피해 비용, 해충 발생 빈도와 확률을 이용하여 시장청산(market clear) 조건 하에서의 기대후생(expected welfare)을 추정하였다. 첫 번째 시나리오는 멕시코 내에 존재하는 규제 준수 절차(compliance procedures)를 유지하면서 멕시코 아보카도에 대한 모든 계절적, 지역적 제한을 폐지하는 것으로 가장 낮은 위험 수준을 보장하는 시나리오이다. 두 번째 시나리오는 계절적, 지역적 제한과 더불어 초파리 통제(fruit fly control)에 대한 규제 준수를 폐지하는 방법으로, 이 시나리오 역시 전반적인 위험 수준은 낮게 보장한다. 세 번째 시나리오는 아보카도 수입에 대한 계절적, 지역적 제한과 더불어 멕시코 내 규제 준수도 모두 철폐하는 내용이다. 상기한 세 가지 시나리오는 크게 해충의 위험도에 따라서 평균 위험 확률(average pest-risk probabilities) 시나리오와 고위험 확률(high pest-risk probabilities) 시나리오로 구분하고 총 6개 사례가 분석되었으며, 고려한 해충은 과실파리(fruit flies), seed weevil, stem weevil, seed moth이다.

평균 위험 확률의 경우에는 각 시나리오 별로 미국의 순사회후생이 약 7,179만 달러, 7,355만 달러, 8,044만 달러 증가하는 것으로 추정되었으며, 고위험 확률의 경우, 각 시나리오 별 순사회후생 변화가 약 7,300만 달러, 7,335만 달러, 5,556만 달러로 추정되었다. 멕시코 내 모든 규제를 철폐하는 세 번째 시나리오를 비교해보면, 해충 발생 위험이 높아졌을 때 후생이 크게 감소하는 것으로 나타났는데 이는 미국내 해충 방제 비용(pest control costs)이 상당히 소요되기 때문이다.

Breukers 등(2008)<sup>6)</sup>은 씨감자의 공급과 국내의 수요에 영향을 주는 썩음병(brown

5) Peterson, Everett, and David Orden (2006) "Linking Risk and Economic Assessments in the Analysis of Plant Pest Regulations: The Case of U.S. Imports of Mexican Avocados." Contractor and Cooperator Report No.25.

6) Breukers, Annemarie, Monique Mourits, Wopke van der Werf, and Alfons Oude Lansink (2008) "Costs and benefits of controlling quarantine diseases: a bio-economic modeling approach." *Agricultural Economics* 38(2):137-149.

rot)의 효과를 모형화하였다. 감소된 수출수요와 같은 간접적인 효과들이 직접적 효과(생산 손실)보다 훨씬 크다는 것을 발견하였다.

식물검역에 대한 비용과 편익을 네덜란드 감자 생산과정의 brown rot(썩음병 일종) 관리 사례에 적용하여 전염병학과 경제학적인 측면에서 정량화하였다. 경제학 모델은 크게 질병 모니터링 비용과 질병에 취약한 작물과 식물 재배에 제한을 두면서 생기는 비용을 포함한 구조적 비용 모듈(structural costs module), 질병이 관찰된 해와 그 다음 해에 생기는 부수비용모듈(incidental costs module), 네덜란드 씨감자의 식물위생에 대한 신뢰 감소로 인한 수출 손실 모듈(export losses module)로 구성되었다. PE를 이용한 시뮬레이션 결과, 모니터링 횟수를 감소시킬 경우 질병의 비용이 1,250만 유로 증가하며, 이 중 60%가 수출 손실로 인해 발생하였다.

Surkov 등(2009)은 네덜란드의 최적 식물위생 검역정책을 모색하였는데, 무역 경로를 통해 유입되는 병해충의 발생에서 초래되는 비용의 추정치를 바탕으로, 병해충 발생으로 인한 잠재적인 가격효과를 설명하기 위해 PE를 사용하였다.

#### 4) 투입산출 분석 (Input-Output analysis: IO)

IO(투입산출분석 혹은 산업연관분석)는 각 경제 부문간 상호연관성을 이용하여 외부적인 충격의 영향을 분석하는 기법이다. 이 분석에 있어서는 경제의 생산 부문간 투입/산출의 화폐 흐름을 나타낸 투입-산출표가 매우 중요한 역할을 한다. 최종 수요의 어떤 변화든 그 변화는 전체 경제에 대한 직간접적인 효과를 가지며, 전체 효과를 해당 부문의 승수효과(multiplier effect) 또는 경제에 대한 해당 부문의 효과라고 한다.

IO 분석을 이용하여 병해충 발생이 한 경제에 미치는 영향을 농업부문의 최종 수요를 조정함으로써 평가할 수 있다. 이 과정에서 각 부분의 수요에 대한 승수 행렬에 따라 병해충으로 인한 직간접적인 충격이 계측될 수 있다.

IO는 경제 부문 간 파급효과(spillover)를 분석한다는 점에서 강점을 가지지만, 투입-산출표의 각 부문을 얼마나 집합적으로 표현했는지에 따라서 간접효과가 과대 평가될 수도 있고 필요로 하는 자료의 양이 크게 늘어날 수도 있다. 이 외에도 IO 분석은 기본적으로 수요 부문에서 파생되는 변화만을 관찰한다는 점<sup>7)</sup>과 고정된 계수를 사용함으로써 가격변화 효과 등을 볼 수 없다는 단점<sup>8)</sup>이 있다. 그러므로

IO는 각 경제 부문간 상호연관성을 이용하여 외부적인 충격의 영향을 분석하는 기법이다.

7) IO분석에서 공급은 완벽하게 탄력적인 것으로 간주한다. 그러나 농업에서는 자주 공급이 제약되는 상황들이 드러나기 때문에, 경우에 따라서 IO분석이 해충 발생에 따른 영향계측에 적절하지 않을 수 있다.

8) IO 분석은 고정된 가격과 어떠한 대체도 없는 생산, 그리고 규모수익불변을 바탕으로 하고 있다. 즉, 고정된 계수(승수)의 사용으로 IO 분석은 가격의 변동이나 장기간에 걸쳐 나타나는 특정 분야의 구조에서 파생되는 변화를 설명하지 못한다. 그러나 만약 IO가 단기간의 영향을 분석하는 데 사용된다면, 이러한 가정이 더 부합될 수 있다.

이 분석 방법은 병해충이 단기간, 경제 내 여러 부문에 두루 영향을 미칠 때 사용하는 것이 바람직하다.

병해충 위험 평가에 대한 최근의 적용 사례들로 Elliston 등(2005)과 Julia 등(2007)이 수행한 연구가 있다.

Elliston 등(2005)<sup>9)</sup>은 IO 분석을 호주 퀸즈랜드의 밀에서 발견된 밀깜부기병(Karnal bunt)의 유입으로 인한 지역경제의 파급영향을 조사하는 데 사용한 바 있다. 호주의 가장 중요한 밀수출 시장에서 밀깜부기병이 검역을 요하는 질병으로 간주되기 때문에, 수출시장에서 상당한 손실을 초래할 수 있다. 밀깜부기병의 확산이라는 시나리오로 볼 때, 밀과 다른 곡물 산업에 미치는 직접적인 영향은 15년에 걸쳐 생산액 감소가 8,900만 달러에 달하고 400개의 정규직이 사라질 것이라고 추산되었다. 모든 다른 산업에 있어서 발병이 미치는 간접적인 영향은 생산액에서 3,800만 달러의 손실과 200개의 정규직이 사라질 것이라고 추정되었다.

구체적으로는 12부문으로 나누어진 투입산출모형이 다양한 시나리오에 대한 시뮬레이션을 하는 데 사용되었다. 시뮬레이션은 해충의 유입과 확산되는 속도에 근거하여 4가지 경우의 수가 반영되었다. 해충의 유입은 계약한 농민의 기계를 통해 해충이 유입된 경우와 비료를 통해 해충이 유입된 경우로 나뉘었고, 이들은 각각 농민들의 신고 정도에 따라서 신고를 하지 않는 경우와 신고를 하는 경우로 나뉘었다. 그 결과, 계약 농민의 기계를 통해 해충이 유입되었을 경우, 신고를 하지 않는 경우 지역사회에 발생하는 총비용은 8,040만 호주달러, 신고를 하는 경우 총비용은 7,710만 호주달러였으며, 해충이 비료를 통해 유입되고 농민이 신고를 하지 않은 경우 5억 9,550만 호주달러, 신고를 할 경우에는 5억 1,030만 호주달러가 총비용으로 산출되었다.

Julia 등(2007)은 미국 아이다호의 방목장에 급격히 퍼지는 침습성 잡초 Yellow Star-thistle(가시엉겅퀴 일종)가 유발하는 직·간접적인 경제적 영향을 분석하였다. 이 잡초에 대한 경제적 영향은 농업수익과 비농업수익(야생보호에 대한 지출과 수자원 획득)에 미치는 피해와 관련하여 제시되었다. 지역사회에 미치는 영향의 79%는 농업수익과 관련된 경제적 영향이고, 나머지 21%가 비농업수익의 감소로부터 초래된 것으로 나타났다.

## 5) 연산가능 일반균형모형 (Computable general equilibrium modeling: CGE)

CGE는 IO와 PE의 강점을 모아놓은 모형이다. CGE 모형은 매우 복잡하며 모형을 구축하고 분석결과를 해석하는 것 또한 많은 노력을 요구한다. CGE는 특성상 매우

CGE는 IO와 PE의 강점을 모아놓은 모형이다.

9) Elliston, Lisa, Ray Hinde, and Alasebu Yainshet (2005) "Plant Disease Incursion Management." Lecture Notes in Computer Science 3415:225-235.

통합적이므로 경제의 하위 부문을 분석하는 것에는 한계가 있다.

농업부문을 대상으로 하는 많은 CGE 모형들이 매개 가능한 작물과 불가능한 작물, 또는 식용작물과 상품(환금)작물 등과 같이 단지 두 개의 세부 분야로 구분한다. 그러므로 CGE는 측정 가능한 거시경제적 변화가 있을 때와 같이 큰 규모의 문제에 적용하는 것이 바람직하다. 병해충 발생에 관련된 문제들은 거의 고용, 수출입 또는 물가 등과 같은 주요한 거시경제적 파급효과를 만들어 내지 못하기 때문에 병해충 위험성 평가에 대한 CGE 접근에 대한 적용 사례는 거의 없다.

최근에 적용 사례는 Wittwer 외(2005)<sup>10)</sup>이 있는데, 호주 북쪽 지역의 밀 수확기에 밀에서 발생하는 곰팡이의 가상 발발에 따른 영향을 정량화시키기 위해 CGE 모형을 사용하였다. 이 연구에서는 해당 해충의 발발이 생산, 수입, 고용, 임금, 주식 자본 등에 미친 영향이 측정되었다.

두 번째 연구에서, Wittwer 외(2006)는 CGE 사용에 따라 호주 서쪽의 포도덩굴에 피해를 주었던 포도피어스병의 발생에 따른 경제적 결과를 연구하였다. 질병의 발생에 따른 결과로 노동 시장의 조정에 특별한 관심을 쏟았다. 구체적으로 Wittwer 외(2005)는 호주에서 발생할 수 있는 밀의 곰팡이 창궐의 경제적 영향을 동태일반균형모형(dynamic CGE)<sup>11)</sup>을 사용하여 추정하였다. 추정에 사용된 시나리오는 2005년부터 2009년까지 질병 창궐과 검역 기간으로 삼고 2010년 질병 제거를 하는 것이다. 이 시나리오를 바탕으로 한 CGE 분석 결과, 수출과 관련한 검역제한이 경제적 손실 중 가장 큰 요인이 될 것으로 밝혀졌다. 또한, 만약 병원균이 넓은 지역에 산재한 것이 관찰된다면 질병 제거가 실행 불가능할 수도 있음이 밝혀졌다. 해당 연구에서는 동태 CGE 모형에 지역 노동시장을 포함시켜 장기적으로 질병의 발생이 실질 임금을 낮추는 역할로 노동 공급을 낮출 것이라고 예상하였다. 이는 다시 지역간 노동력 이동으로 이어진다. 자본시장에서도 자금 회수율이 질병이 창궐하기 전의 수준으로 돌아갈 것이며, 노동과 자본 시장의 이런 조정 현상은 질병이 창궐한 지역 이외에 지역을 포함한 투자의 재분배로 이어질 것으로 예상하였다.

## 6) 기타 병해충 관련 경제성 분석방법

지금까지 살펴본 위생 및 식물 검역조치 관련 경제성 분석 모형들은 병해충뿐만 아니라 가축 질병 등을 포함한 전반적인 식품위생에 적용되고 있다. 또한, 이러한 조치들을 시행할 때 경제적 분석틀을 사용하여 가장 적합한 조치 방법을 찾는 것도 중요한 연구주제가 되고 있다.

10) Wittwer, Glyn, Simon McKirdy, and Ryan Wilson (2005) "Regional economic impacts of a plant disease incursion using a general equilibrium approach." The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 49(1):75-89.

11) Monash Multi-Regional Forecasting(MMRF), MMRF는 동태적, 다지역적인 호주의 CGE 모형이다.

Henson 등(2009)<sup>12)</sup>은 STDF(Standards and Trade Development Facility)에서 2009년 주최한 “위생 및 식물 검역조치 의사결정을 돕기 위한 경제성 분석의 사용” 워크숍에서 개발도상국 국가에서 SPS 조치를 시행할 때 가장 적합한 조치를 모색하기 위해 비용편익 분석(CB), 비용효과 분석(CE), 다기준 의사결정 분석(MD) 등을 적용할 수 있다고 소개하였다.

다기준 의사결정 분석(Multi-criteria decision analysis: MD)은 선택 가능한 규제가 다양한 효과를 가지는 동시에 정책 입안자가 다양한 정책목표를 달성하고자 할 때, 각 정책의 우선 순위를 결정하는 것을 돕는 분석기법이다. MD는 다양한 방법이 있으며 크게 정책 간 순위 결정을 하거나, 목표에 부합하는 하나의 정책을 도출하거나, 허용가능한 정책과 허용 불가능한 정책을 도출할 수 있다. MD는 기존 침입외래 해충 검역에 대한 경제성 분석과는 큰 연관이 없을 수 있으나, 다양한 정책 간 우선 순위를 정한다는 측면에서 기존에 존재하는 침입외래 해충 검역과 다른 새로운 검역 시스템을 도입할 경우를 비교할 수 있다. 그리고 허용가능한 정책과 불가능한 정책을 도출할 수 있다는 측면에서 기존 침입외래 해충 검역정책이 기존 목표를 충실하게 반영하는지를 살펴볼 때 유용할 수 있다.

Mullen 등(1997)<sup>13)</sup>은 버지니아의 땅콩 병해충종합방제(IPM; Integrated Pest Management) 프로그램을 대상으로 해당 프로그램이 살충제로 인해 발생하는 자연 환경과 건강에 대한 위험에 어떤 영향을 미쳤는지, 그리고 이런 위험 저감을 위해 사회가 지불하고자 하는 지불의사 금액은 얼마인지를 분석하였다. IPM 프로그램은 생물학적, 문화적, 물리적, 화학적 방법을 통합 사용하여 경제적, 환경적, 보건적 위험을 최소화하려는 해충 관리 프로그램이다. IPM이 환경에 미친 영향은 지피수, 지표수, 건강에 대한 급성 영향, 건강에 대한 만성 영향, 수생 생물, 조류, 포유류, 절지동물 등 8가지 종류로 구분하였으며, 자연과학적 방법을 통해서 추정하였다. IPM을 실시함으로써 발생하는 위험 저감에 대한 지불의사 금액은 설문지를 사용한 가상가치평가법(Contingent Valuation: CV)을 통해 추정하였다. 설문은 미국 내 거주자를 무작위로 선정하여 실시되었고 지불의사가 얼마인지 직접 묻는 개방형 질문이 사용되었다. 지불 수단으로는 월간 식료품 및 잡화에 대한 지출을 얼마나 더 늘릴 의사가 있는 지가 사용되었다. 분석결과, 버지니아 땅콩 IPM 프로그램의 연간 편익은 약 84만 달러(1992년 기준 달러)로 추정되었고, 해당 거주 지역 주민 중 약 59,000명이 매년 14달러를 IPM을 통한 살충제 저감에 지불할 용의를 보였다.

12) Henson, Spencer, and Oliver Masakure (2009) Guidelines on the Use of Economic Analysis to Inform SPS-related Decision-Making, prepared for the STDF workshop on the Use of Economic Analysis to Inform SPS Decision-Making, Oct 30, 2009, Geneva.

13) Mullen, Jeffrey D., George W. Norton, and Dixie W. Reaves (1997) "Economic Analysis of Environmental Benefits of Integrated Pest Management." *Journal of Agricultural and Applied Economics* 29(2):243-253.

## 4. 경제성 분석방법의 선택과 적용

경제적 위험성 평가에 관련된 방법들은 그 범위와 내용에 있어서 각기 차이를 보인다. PB는 병해충의 직접적인 영향을 평가하는 데 기본적으로 쉽게 이해할 수 있는데 반해, 분석범위에 있어서 한계를 보이며, 시장 가격, 공급과 수요에 미치는 영향의 결과로서의 해충 피해의 간접적 영향들을 포함하고 있지도 않다. PE와 CGE는 이러한 가격 효과들을 반영하기 위해 그 범위를 넓히는데, 전자는 가격의 영향을 받은 상품만을, 후자는 경제 전체를 반영한다. CGE와 PE의 중간점에 위치한 방식은 IO 분석이라고 할 수 있다. IO는 농업생산의 감소에 따른 과급효과들을 산출하는 데 있어, 경제 다른 분야들을 고려할 수 있지만 가격 면에서 보이는 변화를 명시하지는 않는다. 따라서 각각의 기술들은 그 규모, 정교성의 정도, 데이터 구성의 필요조건과 분석을 완료하는 데 필요한 시간 등에 따라 매우 다른 양상을 보인다.

그렇다면 이용 가능한 데이터와 자원들과 분석연구의 목적을 고려하여 다양한 방법들 중 어떤 것을 선택해야 하는가? PB는 이해와 설명이 용이하면서도 해충의 발생이 미치는 즉각적인 영향에 대한 통찰력을 제공한다. 종종 적당한 수준의 정확성으로(PB를 위한) 데이터를 얻을 수 있고 이 기술을 적용하는 데 필요한 인적 자원도 적당한 편이다. PE는 생산량의 변화가 매우 클 경우에 유용하며, 일반적으로, 해충의 발생은 농산물의 공급을 감소시킨다. 그러나 가격 효과의 발생과 함께 해충의 유입으로 생겨난 비용의 일부분은 생산자에서 이전보다 더 높은 가격을 지불하는 소비자에게로 옮겨진다. 결과적으로 사회 전체의 후생에 있어서 해충 발생의 부정적인 영향을 생산자와 소비자가 공유하게 된다. 경제 전체에 미치는 간접적인 영향을 포착하는 데 있어서 IO 분석과 CGE 분석의 장점은 PRA 시스템에 있어서 거의 필요하지 않으며, 그 이유는 경제에 폭넓게 영향을 미치는 병해충이 거의 없기 때문이다. 대부분의 경우, PB와 PE를 결합한 CB가 병해충으로 인한 적정 규모의 직·간접적 영향이 발생하는 사례연구에 적합한 것으로 평가된다.

각각의 기술들은 그 규모, 정교성의 정도, 데이터 구성의 필요조건과 분석을 완료하는 데 필요한 시간 등에 따라 매우 다른 양상을 보인다.

표 2 경제성 분석방법에 따른 자원 필요조건 및 범위

	데이터	시간	산정 방법	소프트웨어	범위
PB	- 생산량 - % 생산량감소 - 생산 가격 - % 관리 비용의 증가	+/**	기초적인 회계 체제	엑셀	직접적 영향; 작물의 생산과 보호에 미치는 영향
PE	- 상품 가격 - 상품 수량 - 공급·수요가격탄력성 - % 생산량 감소 - 관리 비용의 증가 - 수출과 수입 데이터	**/+ **	기본 부분 균형 모델링과 마이크로 계량경제학적 측정 기술	비선형 방정식 풀기 위한 프로그램인 엑셀, Stata, E-view, SAS, GAMS	간접적 영향; 가격, 거래, 그리고 사회 복지에 미치는 단일 분야
I-O	- 상세한 투입·산출표 - 수입·고용 관련 자료 - 병충해 발생으로 인한 수요에 있어서 예상되는 감소량	**/+ **	기초 거시 경제이론과 수학적 산출 체계	행렬 대수를 위한 프로그램 GUASS, GAMS, MATLAB	간접적 영향; 산출, 수입과 고용에 영향을 주는 다중 분야
CGE	- 사회적 회계 행렬 시스템 - 탄력성 - % 생산량 감소 - % 관리 비용의 증가	***/ ****	발전된 형태의 경제적, 통계적 지식 체계	행렬 대수를 위한 프로그램 GUASS, GAMS, MATLAB	간접적 영향; 수입, 고용, 사회 복지에 대한 전 경제적 영향

자료: Soliman 등(2010).

## 5. 맺음말

SPS 조치의 의사결정에서 경제성분석은 사회의 제한적 자원을 가장 합리적으로 사용하고 사회적 후생을 극대화하도록 우선순위를 정하는데 기여할 수 있다.

SPS 조치의 의사결정에서 경제성분석은 사회의 제한된 자원을 가장 합리적으로 사용하고 사회적 후생을 극대화하도록 우선순위를 정하는데 기여할 수 있다. 예를 들어, 다양한 관련 조치들을 대상으로 발생하는 모든 비용과 편익을 명확히 정의하고 측정된 후 순편익을 계산하여 그 크기에 따라 우선순위를 결정할 수 있다.

그러나 개별 병해충에 대한 위험평가 및 검역해제조치를 결정하는 데 있어 경제성 분석을 적극적으로 활용하는 것은 신중히 고려해야 할 문제이다. 경제성 분석은 SPS 조치와 관련된 경제 전반의 이해를 포함시킬 수 있는 장점이 있지만 SPS 협정과 조화, 각국 정치적 문제, 기술적인 문제 등을 초래할 수 있다. 한편, SPS 조치의 경제성 분석이 복잡하고 많은 자료와 전문가를 필요로 하고 또한 회원국별로 분석결과가 다양할 수밖에 없어 지금보다 국제분쟁의 소지가 더 많이 가지게 된다는 문제점이 있다.

### 참고문헌

이재욱 외, 1993, 「동식물검역의 대내외 여건변화와 대응방안」, 한국농촌경제연구원

구원.

최세균 외, 2003, 「동식물검역 효율화방안 및 WTO/SPS 협상전략 수립에 관한 연구」, 한국농촌경제연구원

Breukers, Annemarie, Monique Mourits, Wopke van der Werf, and Alfons Oude Lansink (2008) "Costs and benefits of controlling quarantine diseases: a bio-economic modeling approach." *Agricultural Economics* 38(2):137-149.

Cao, Liangyue, and Nico Klijn (2004) Optimal hazard reduction for recurrent episodes of pest or disease incursion and eradication. 48th Annual Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society, Melbourne, 2004.

Elliston, Lisa, Ray Hinde, and Alasebu Yainshet (2005) "Plant Disease Incursion Management." *Lecture Notes in Computer Science* 3415:225-235.

Henson, Spencer, and Oliver Masakure (2009) Guidelines on the Use of Economic Analysis to Inform SPS-related Decision-Making, prepared for the STDF workshop on the Use of Economic Analysis to Inform SPS Decision-Making, Oct 30, 2009, Geneva.

Keller, Reuben P., David M. Lodge, and David C. Finnoff (2007) "Risk assessment for invasive species produces net bioeconomic benefits." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(1):203-207.

MacLeod, A., J. Head, and A. Gaunt (2004) "An assessment of the potential economic impact of Thrips palmi on horticulture in England and the significance of a successful eradication campaign." *Crop Protection* 23(7):601-610.

Mullen, Jeffrey D., George W. Norton, and Dixie W. Reaves (1997) "Economic Analysis of Environmental Benefits of Integrated Pest Management." *Journal of Agricultural and Applied Economics* 29(2):243-253.

Peterson, Everett, and David Orden (2006) "Linking Risk and Economic Assessments in the Analysis of Plant Pest Regulations: The Case of U.S. Imports of Mexican Avocados." *Contractor and Cooperator Report No.25*.

T. Soliman, M.C.M. Mourits, A.G.J.M. Oude Lansink, W. van der Werf, (2010) "Economic impact assessment in pest risk analysis." *Crop Protection* 29:517-524

Wittwer, Glyn, Simon McKirdy, and Ryan Wilson (2005) "Regional economic impacts of a plant disease incursion using a general equilibrium approach." *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 49(1):75-89.