기후변화와 식품안전관리

Food Safety Management and Climate Change

정 명 섭[1]
Chung, Myung-Sub

한국보건산업진흥원
Korea Health Industry Development Institute

I. 기후가 변하면 어떻게 될까?

기후변에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)의 4차 보고서(IPCC, 2007)에 의하면 현재와 같이 화석연료를 지속적으로 사용할 경우 금세기말 지구평균 기온은 최대 6.4℃, 해수면은 59cm 상승될 것으로 세계 기후 변화를 전망하고 있다. 기온이나 해수면의 변화뿐만 아니라 기후변화는 재난의 양상도 크게 3가지로 변화시킬 것이다. 첫째로, 가뭄이나 홍수지역의 확대, 폭염 · 폭설 · 폭우 빈도 및 강도의 증가, 태풍의 강도 증가 등 재난의 정도가 심해지고 빈도도 더욱 자주 발생한다. 둘째로, 빙하 해동 및 생태계 변화 심화, 해수면 상승 등에 의한 특정 사회 · 경제 분야의 취약성이 증대된다. 셋째로, 위험물질(Hazards)들에 영향을 받는 지역이 확대된다. 따라서 기후변화는 일반적으로 자연계와 인간에게 대체로 부정적인 영향을 끼칠 것으로 예상할 수 있으며 특히 보건 분야에는 심각한 부정적 영향을 미칠 수 있고 특히 저개발 지역에서 더욱 심할 것이다. 실제 사례를 보면 2002년, 2003년 초강력 태풍 매미와 루사로 인한 재산피해는 10조 5천억원에 달했다(소방방재청 2005). 열대야와 폭염으로 인한 초과 사망이 지난 12년(1994~2005)간 2,127명에 이르고, 기후변화로 인한 모기와 진드기 개체수가 증가하면서 말라리아와 쯔쯔가무시병 등의 전염병이 증가하여 우리의 건강과 생태계를 위협하고 있다. 또한 물 부족으로 고통을 겪는 지역이 확대되고, 대부분의 지역에서 작물수확량이 감소될 것으로 전망되고 있다. 홍수, 고온현상 등에 의한 해충 활동시간이 길어지며 다양한 위험물질들의 확산에 의하여 식품에 오염될 수 있는 기회가 커진다고 할 수 있다. 매개성질환에 대한 일부지역의 취약화는 물론이고 여하한 기후변화에 의해 유발되는 국지적인 식량과 물 공급 부족 또한 각종 질환에 대한 인간의 감염성을 증대시킬 것이다. 치명적 또는

* Corressponding author : Chung, Myung-Sub
Korea Health Industry Development Institute 57-1 Norangjin-dong, Dongzak-ku, Seoul, 156-800, Korea
Tel: +82-2-2194-7336
Fax: +82-2-827-0715
E-mail: chungms@khidi.or.kr

표 1. 기후변화로 인한 부문별 영향의 종류

기후변화현상	가능성	농업, 산림, 생태계	수자원	보건	산업/거주지/사회경제
저온일 감소 고온일 증가	거의 확실	고위도; 생산성 증대 저위도; 생산성 감소 병충해 증가	고산빙하 감소로 수자원 영향 증발산 증가	저온으로 인한 사망 감소	난방 감소/냉방 증가; 대기질 악화; 겨울수송 양호; 겨울관광 영향
육지에서 열파증가	매우높음	온난지역 생산량 감소; 산불 증가	수자원수요 증가 수질악화	노약자 등 열파사망 증가	온난지역 주거환경 악화; 노약자, 빈곤층 영향
호우 증가	매우높음	곡물 피해; 토양 유실; 경작지 감소	지표/지하 수질 악화; 수자원 부족 감소	재해사망 증가	홍수 피해 증가 재해보험 필요성 증대
가뭄지역 증가	높음	토질 악화; 생산량 감소; 가축감소; 산불증가	수자원 스트레스 증가	식량/수자원 부족; 영양 상태 악화; 질병	수자원 스트레스; 수력발전 감소; 인구이동 가능성
태풍강도 증가	높음	곡물피해; 산림파괴; 산호피해	전력수습 차질로 인한 수자원 공급위협	재해로 인한 사망/질병 증가	홍수/강풍 피해; 보험기피 증가; 인구이동
해수면 상승	높음	염수로 인한 피해	담수자원의 감소	홍수피해; 인구이동으로 인한 보건문제	연안방재 및 개발 비용: 인구/사회간접자본 이동; 보험기피 등

자료원: IPCC, 2007.

쇠약성 질병의 종국적인 증가는 감염지역의 관광 수익 억제, 노동생산성 감소 및 국민의 질병치료를 위한 지출 증대로 어려운 경제여건을 더욱 심화시킬 가능성이 있다(표 1).

II. 기후변화가 식품안전에 미치는 영향은?

최근 전 세계적으로 외식증가 및 즉석섭취식품(Ready-to-eat), 신선한 과일 및 야채, 날것 또는 최소한으로 조리된 식품의 소비가 높아지면서 식중독 발생은 급증하고 있다. 기후변화에 의한 식품수급의 불균형뿐만 아니라 또 다른 중요한 위험요인은 기후변화로 인한 수인성 및 식품매개체 관련 질환 등 잠재적 위해발생률이 증가할 가능성이 높다는 것이다.

기후변화에 따른 식중독 발생은 식품의 생산에서 소비에 이르는 전 과정에 직·간접적인 영향을 주는데, 예를 들면 식품가공 전 과정인 식품원재료 공급, 제조, 유통, 소비 단계별 기후변화에 영향을 받는 잠재적 오염원들이 상존한다(표 2). 이러한 오염원에 대한 적절한 통제 방법을 실제로 현장에서 사용할 수 있도록 지침서 등을 제시하고 교육함으로서 식품가공 단계에서 기후변화에 따른 식중독 등 식품안전에 대한 영향을 최소화할 수 있는 방법에 하나일 것이다.

유럽의 경우 시계열 국가비교자료를 이용하여 분석하였으

표 2. 식물 가공과정에 따른 기후변화에 의한 잠재적 오염원

가공과정	잠재적 오염원	기후변화 영향
생산 - 추수, 운반, 묶음	관계수, 인분, 작업공간(field)의 위생부족, 유출수 (run-off)	축사, 농장, 해안가
초기생산과정 - 씻기, 분류하기, 포장하기	헹굼물, 처리과정	축사, 농장, 해안가
배분 - 트럭 운반	얼음, 불결한 트럭, 온도조절 실패	-
최종 생산과정 - 자르기, 껍질 벗기기 분쇄(shedding) 압축가공(squeezing)	헹굼물, 처리, 교차오염	도살장 야채 및 과일 처리공장 갑각류의 처리과정
음식물 조리	조리원/조리기구, 조리기구와 사용물에 의한 교차감염, 부적절한 보관 및 저장온도	부엌이나 테이블에 있는 음식물

자료원: 식품의약품안전청, 2008.

표 3. 기후변화와 식중독 관련 매개체의 영향

매개체	기후변화에 의한 영향 간접영향	직접영향
바이러스	폭풍우로 인한 인간 배설물이나 하수의 증가	기후변화와 햇빛(자외선)의 변화로 생존율 증가
세균	조류의 확산으로 인한 미생물 증식 및 해수나 해산물을 통한 질병 발생증가	바닷물 염도나 온도변화에 따라 조류 생존 환경 변화
기생충	폭풍우로 인한 인간배설물이나 하수의 증가	온도상승이 기생충의 성충화와 감염성을 증가시킴

자료원: NSTC, 2000.

표 4. 기후변화에 민감할 것으로 예상되는 병원체

미생물		숙주
바이러스	Rift Valley fever virus	Multiple species of livestock and wildlife
	Nipah virus	Bats, and pigs
	Hendra virus	Bats, and horse
	Hantavirus	Rodents
	Rotavirus	Humans
	Hepatitis E virus	Wild and domestic animals
세균	*Salmonella*	Poultry and pigs
	Campylobacter	Poultry
	E.coli O157	Cattle and other ruminants
	Anaerobic sporeforming bacteria	Birds, mammals and live stock
	Yersinia	Birds, rodents and pigs
	Listeria monocytogenes	Livestock
	Leptospirosis	All farm animal species
원생동물	*Toxoplasma gondii*	Cats, pigs, sheep
	Cyptosporidium and Giardia	Cattle, sheep
기생충	Tapeworm *(Cysticercus bovis)*	Cattle
	Liver fluke *(Fasciola hepatica)*	Sheep, cattle

자료원: FAO, 2008.

며, 그 결과 성인(15~64세)에 있어서 음식물을 섭취할 때의 기온이 중요하며 기온과 식중독 보고건수와의 상관관계가 매우 높은 것으로 조사되었다(Kovats, 2003). 미국의 국가과학기술위원회(National Science and Technology Council, NSTC)는 식중독 발생 건수를 Passion 시계열 분석방법을 적용하여 기후변화에 따른 발생률을 예측한 결과 식중독 발생건수와 평균기온 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다고 보고하였고 기후변화에 따른 식중독 발생에 대한 직 · 간접적 영향을 제시하였다(표 3).

FAO의 "기후변화에 따른 식품안전분야영향보고서(FAO, 2008)"에서는 기온의 변화에 의해 영향을 받을 것으로 보이는 병원체를 표 4과 같이 제시하였고, 실례로 기후변화에 민감할 것으로 평가된 살모넬라(*Salmonella* spp.)의 경우, 평균기온이 15℃이하 일때는 월평균 약 200건에 머물던 살모넬라 발생건수가 18~19℃로 상승되면 250~350건까지 발생건수가 증가한 것으로 나타났다. Kovats(2003)는 유럽의 10개국을 대상으로 기온과 살모넬라의 상관관계를 연구하였는데 평균 기온이 1℃ 상승할 때 마다 살모넬라의 선형적인 증가가 관찰되었으며 이러한 경향은 네덜란드, 영국, 스위스, 스페인, 체코 등에서 매우 유사하게 나타났으며, 특히 발병 1주전의 기온과 가장 큰 상관관계를 보인 것으로 나타났다.

2008년 식품의약품안전청 "국제 기후변화에 따른 식품안전관리 대책 추진 방안 보고서"에 따르면 기온 1℃ 상승에 식중독 발생건수는 5.27%, 환자수는 6.18%로 증가한다는 예측 결과를 산출하였으며, 2006년 보건복지부 "기후변화에 의한 전염병 발생영향 통합관리체계 구축" 연구에서는 월평균 기온이 1℃시 증가시 기후변화에 민감한 세균성이질이 5~9% 증가하는 것으로 예측되었다. 거의 유사한 모델을 사용한 두 연구의 예측결과를 비교하면 식중독 발생 예측이 비교적 높게 나타났다.

따라서 식품의 특성을 알고, 식중독 원인균들의 기후변화 요인에 대한 명확한 변동을 파악할 수 있는 예측미생물학적 기반 기술이 접목한 예측모델을 개발 · 사용하여 기후변화에 따른 식중독 발생을 정확하게 예측할 할 필요성이 있다.

이외에 외부기온변화에 의해 미생물학적 안전성이 크게 영향을 받을 수 있는 즉석섭취식품의 경우, 주 오염원이 *S. aureus*와 *Bacillus cereus*인 것으로 알려져 있어서 잠재적 위해 식품(Potentially hazardous food)의 측면에서 볼 때, 이들 식중독균에 대한 위험성도 간과할 수 없는 상황이다. 식중독 발생에 영향을 미칠 수 있는 이러한 기후변화는 온실가스와 같은 직접적인 요인 외에 인구밀도의 변화 및 고령인구의 면역체계 저하와 같은 간접적 요인도 포함될 수 있다. 따라서 향후의 식중독 발생에 미치는 영향에 대한 대책 마련을 위해서 각각의 병원성미생물의 성장 및 사멸 등 변동 상태를 예측하고 이를 분석하는 것이 매우 중요하다.

기후변화는 환경영역, 사회 및 경제의 다양한 부문에 영향을 미친다. 따라서 기후변화 위험에 제대로 적응하지 못할 경우 막대한 물리적 피해로 경제적 손실을 입게 되는 것은 당연하다. 이러한 기후변화 적응에 있어 반드시 고려해야 할 것은 위해평가(Risk Assessment)를 통한 위해수준에 근거한 적응책이 나와야 하며, 위해수준은 바로 기후변화 현상과 예측을 통한 영향 및 취약성의 위해평가에 기초하고 있어야 한다. 따라서 합리적이고 과학적으로 예측되지 못한 기후변화와 위해평가에 근거하여 적응조치가 이루어질 경우에는 막대한 경제적 손실이 발생될 수도 있다. IPCC에서는 기후변화 대응을 위해서는 과학자들은 "불확실성을 줄이는데(Reduce uncertainty)" 노력해야 하고 정책입안자는 "불확실성을 관리(Manage uncertainty)"하는데 노력해야 한다고 강조하고 있다. 효과적인 적응조치를 적용하여 적응 비용을 줄이고 지속가능성장을 이루기 위해서는 국내 기후변화 예측모델 구축, 모니터링, 종합적인 데이터 자료 구축 및 분석과 함께 불확실성을 줄여가는 취약성 평가에 대한 꾸준한 연구가 필요하며 일관되고 종합적인 장기계획을 마련할 시점이다. 기후변화로 인한 식중독 등 식품안전 위해요인 저감대책 수립을 위해서는 기후변화에 따른 피해정도 및 크기에 대한 정확한 영향평가 필요하다. 즉, 기후변화로 인한 영향을 최소화하기 위해서는 식중독 발생 등 식품안전에 위해를 가하는 기후요인을 파악해야 하고, 이들 요인과 식중독 발생과의 정량적 관계가 설정되어야 적응방안의 수립이 가능하다. 또한 기후변화로 인한 식품안전분야의 영향은 다양한 방식으로 나타나므로, 이에 따른 취약계층과 적응방법 역시 다를 수밖에 없다. 따라서 최근 급속한 기후변화로 인한 식품안전에 대한 영향의 다양성을 고려한 적절한 사전예방적 단계별 대응책 마련이 필요하다.

III. 기후변화에 따른 위험요인은?

1) 동물 건강과 동물원성 감염증(Animal Health and Zoonoses)

기후변화에 의하여 야간 온도가 상승되면 매개체나 동물보균 숙주의 범위 증가 또는 과다하게 되어 바이러스의 전염성 증가를 초래하게 될 것이다. 가뭄, 가뭄 후 폭우나 홍수에 의해 모기, 절지동물, 진드기 등 매개동물의 확산이 대표적인 현상이다. 모기 활동 기간 연장에 따라 웨스트 나일 바이러스(West Nile virus) 등에 의한 뇌에 치명적인 손상을 입히는 뇌염을 유발하기도 한다. 또한 극도의 추위, 습도, 가뭄에 노출된 가축들은 질병에 대한 동물 민감성 증가하게 되어 소 유방염(Mastitis) 등 질병에 걸리기 쉽기 때문에 동물

용의약품의 사용이 증가되는 경향을 보일 것이다.

2) 식품 미생물(Food Microorganisms)

일반적으로 대부분의 Virus, Bacteria, Protozoa는 기온이나 수온이 증가할 경우 식인성 질병을 유발시키기 쉽다. 기후변화와 밀접한 상관관계를 나타내는 병원성 세균으로는 *Vibrio vulnificus*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7 등이 있다(Wetz et al., 2004). *E. coli* O157:H7은 출혈성 대장염(Hemorrhagic colitis) 또는 용혈성 요독 증후군(Hemolytic uremic syndrome)을 일으키는 대표적인 병원성 세균이다. 그 외에 급성 염증성 탈수초성 다발성 신경병증(Guillain-Barre syndrome)을 일으키는 *Campylobacter* spp.와 뇌수막염(Meningitis)을 일으키는 *Listeria monocytogenes* 등이 대표적으로 위험한 세균이다. 식품, 사료, 자연환경에 존재하는 세균들의 생존, 증식, 감염능력은 온도, 강우, 홍수, 습도, 바람 등에 영향을 받는다(Isaacson et al., 2004). 그 예로 온도와 습도가 올라간 후 1주일 동안 Rotavirus에 감염된 어린이 수가 증가한 바 있다(FAO, 2008).

3) 곰팡이독소 오염(Mycotoxin Contamination)

곰팡이독소는 주로 옥수수, 밀, 보리, 귀리, 콩, 쌀과 같은 곡류와 땅콩, 무화과 열매, 목화씨, 사과 등 다양한 농산물에서 검출될 수 있다. 온도, 습도, 강우량, 해충, 가뭄, 토양 등이 곰팡이 독소 생성에 중요한 요인이다. 곰팡이독소는 발암(carcinogenic), 기형발생, 면역억제(immunosuppressive), 신경독(neurotoxic) 등을 유발하는 물질이다(FAO, 2001).

표 5. 대표적인 곰팡이 종류와 독소

곰팡이 종	생산되는 곰팡이 독소
Aspergillus parasiticus	Aflatoxin B1, B2, G1, G2
Aspergillus flavus	Aflatoxin B1, B2
Fusaium sporotrichioides	T-2 toxin
Fusaium graminearum	Deoxynivalenol, Zearalenone
Fusarium moniliforme	Fumonisin B1
Penicillium verrucosum	Ochratoxin A
Aspergillus ochraceus	Ochratoxin A

4) 유해 해조류 증가

기후 온난화, CO_2 배출 증가, 폭우 및 홍수가 발생되면 해수면 및 표면 온도 증가하고, 해수 표면 영양소가 변화하며 물 단층화 가속 및 염도 감소 및 산성화 현상이 나타날 수 있다. 이러한 환경적 변화에 의하여 *Prorocentrum* spp., *Dinophysis* spp., *Noctiluca* spp., *Ceratium furca* 등의 유해 해조류가 발생 증가하게 된다. 유해 해조류는 호흡 및 소화 장애를, 기억상실, 발작, 기능장애 및 피부염증을 유발해 어류, 조류, 사람 등에 치명적이며(Fleming *et al.*, 2006), 또한 일반적으로 해독제가 없다(Gilbert *et al.*, 2005). 해조류 독소는 무미, 무취이며 내열성 및 내산성의 특징이 있다. 강수량이 많아져 홍수가 나면 해수면이 높아지고, 동물 분뇨나 비료, 토양 등으로부터 질소(N)와 인

표 6. 대표적인 유해해조류 독성 및 종류

독성	Functional Group	종
설사성 패독(Diarrheic shellfish poisoning, DSP)	Dinoflagellates	*Prorocentrum* spp. *Dinophysis* spp. *Protoperidinium* spp.
마비성 패독(Paralytic shellf poisoning, PSP)	Dinoflagellate	*Alexandrium* spp.
신경성 패독(Neurotoxic shellfish poisoning, NSP)	Dinoflagellate	*Gymnodinium* spp.
기억상실성 패독(Amnesic shellfish poisoning, ASP)	Diatoms	*Pseudonitzschial* spp.
Ciguatera fish poisoning	Dinoflagellates	*Gambierdiscus* spp.

(P)이 유출되어 바닷물의 영양성분이 증가된다. 또한 식물성 플랑크톤(Phytoplankton) 성장이 급증하는데 생물학적으로 성장에 규소(Si)를 필요로 하는 규조(Diatom) 보다는 쌍편모조류(Dinoflagellates)가 주류를 이룬다(Smayda, 1990).

5) 잔류농약 (Pesticide Residues)

기후변화는 해충 피해, 해충 번식률, 해충 치사율, 작물의 해충 내성 등에 영향을 미친다(FAO, 2005). 기후변화에 따라 농약의 사용량과 사용빈도는 증가되고 있으며, 고온현상 때문에 농약의 분해는 더욱 빨라지고 있다(Bailey, 2004). 고온현상과 강우량 증가는 옥수수, 면화, 감자, 대두, 밀과 같은 작물을 생산·재배할 경우 농약의 사용을 증대시킨다(Chen and McCarl, 2001). 이러한 현상은 2004년도 브라질에 폭우가 내린 후 대두에 곰팡이 성장을 억제하기 위해 Fungicides의 사용이 증가된 것을 보면 알 수 있다(Rosenzweig, 2005).

6) 동물용의약품 잔류(Veterinary Drug Residues)

기후변화는 인수공통질병이나 동물질병의 발생을 변화시키고 또한 동물용의약품 사용을 증가시킬 것이다. 양식어류의 신종 질병 발생도 동물용의약품의 사용을 증가시켜 궁극적으로는 식품 중 잔류동물용의약품 수준이 증가될 것이다(FAO, 2005). Blue Tongue disease, Rift valley fever, 진드기매개 질병(tick-borne disease) 등이 기후변화에 따라 영향을 받는 질병이다(Easterling *et al.*, 2007). 또한 항생제 처리가 필요한 소 유방염과 같은 세균성 질환의 증가도 식품 중 잔류약품의 증가를 초래할 것이다.

7) 환경 오염(Environmental Contaminants)

홍수와 가뭄이 반복되는 곳에서는 농약, 화학비료, 유기물질, 중금속, 병원성세균 등이 토양뿐만 아니라 수자원을 오염시키게 된다(Boorman, 2003). 2002년 Central Europe에서 홍수로 인해 PCBs와 dioxins이 토양에 오염되었고, 목초를 먹고 생산된 소의 우유에서 Dioxins 등이 검출된 바 있다(Umlauf *et al.*, 2005). 2005년 Hurricane Katrina에 의해 기름이 유출되었을 때 물에서는 6가크롬, 망간, 니켈, 구리, 아연 등의 중금속과, 톨루엔, 페놀, 2,4-D(제초제) 등의 화학물질이 검출된 보고 있다(EPA, 2005). 해수 온도가 올라가면 수은의 메틸화가 촉진되어 어류의 수은(Hg) 섭취가 증가해 인체에도 유해할 수 있다. 일반적으로 해수 온도가 1℃ 증가할 때마다 3~5% 정도 메틸하가 증가된다(Booth and Zeller, 2005). 방글라데시의 Monsoon에 의한 홍수로 국토의 2/3가 침수되고 농사철에는 가뭄이 반복되어 토양에 비소(As)가 오염돼 이 지역에서 생산되는 쌀은 비소의 위험성이 상존하고 있는 사례가 있다(Heikens, 2006: Dittmar *et al.*, 2007).

IV. 기후변화에 따른 바람직한 식품안전관리방안은?

1) 「비상대책반」 활동 강화

- 효율적인 조기경보를 위한 「위기관리매뉴얼」 작성·활용
- 식품안전 위기관리 능력 향상

2) 국가적·범부처 대응 요구

- 기후변화에 대한 식품안전은 환경, 기상, 인체보건, 동식물 질병, 식품안전 등 범부처적인 대응 필요

3) 「우수지침」의 도입·적용

- Good Hygienic Practic(GHP), Good Agricultural, Animal husbandry, Veterinary, Aquaculture Practices 등의 도입이 요구.

4) 모니터링 및 감시활동 강화

- 위험물질 모니터링, 인체 및 동물 질병 역학조사는 필수요소

5) 식품안전보장을 위한 국제협력

- WHO / FAO에 의해 설립된 GIFSA(Global

Initiative for Food related Scientific Advice)와 협력

· INFOSAN(International Food Safety Authorities Network) 등 국제적 네트워크의 확립 필요

6) 기후변화에 따른 식품안전 종합대책 마련

· 위생법규 제 · 개정 및 산업체 위생기술 향상 등 종합대책 마련

· 비용-효과 분석, 기후영향 모델링, 신속검출법 연구 개발 등

참고 문헌

1. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. Climate Change 2007a: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
2. 소방방재청, 2005. 재해연보 2004. 소방방재청 중앙재난안전대책본부
3. Kovats, R.S., Edwards, S.J., Hajat, S., Armstrong, B.G., Ebi, K.L. and Menne, B. (2004) The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiol.Infect*. 132, 443-453
4. NSTC (National Assessment Synthesis Team), 2000. Climate change impacts in the United States: potential consequences of climate variability and change for human health in the United States. US global research program, Washington, DC.
5. FAO(Food and Agriculture Organization Of The United Nations), 2008. Climate change: Implications for food safety. by Lee-Ann Jaykus, Marion Woolridge, J. Michael Frank, Marina Miraglia, Abigail McQuatters-Gollop, Cristina Tirado - FAO consultants Renata Clarke and Mary Friel - Food Quality and Standards Service, Nutrition and Consumer Protection Division, FAO. Rome. <http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/HLC1_Climate_Change_and_Food_Safety.pdf>
6. 식품의약품안전청, 2008. 국제 기후변화에 따른 식품안전관리 대책 추진 방안.
7. 보건복지부, 2006. 기후변화에 의한 전염병 발생영향 통합관리체계 구축.
8. Wetz, J.J., Lipp, E.K. Griffin, D.W., Lukasik, J., Wait, D., Sobsey, M.D., Scott, T.M., Rose, J.B. 2004. Presence, infectivity, and stability of enteric viruses in seawater: relationship to marine water quality in the Florida Keys. *Mar. Pollut*. 48, 698-704.
9. Isaacson, R.E., Torrence, M., Buckley, M.R. 2004. Preharvest Food safety and Security. American Society for Microbiology, Washington D.C. <http://www.asm.org/Academy/index.asp?bid=33019>
10. FAO(Food and Agriculture Organization Of The United Nations), 2001. Manual on the Application of the HACCP System in mycotoxin Prevention and Control. FAO Food and Nutrition Paper 73.
11. Fleming, L.E., Broad, K., Clement, A., Dewailly, E., Elmir, S., Knap, A., Pomponi, S.A., Smith, S., Gabriele, H.S., and Walsh, P. 2006. Oceans and human health: Emerging public health risks in the marine environment. *Mar. Pollut*. 53, 545-560.
12. Gilbert, P.M., Anderson, D.M., Gentien, P., Graneli, E. Sellner, K.G. 2005. The global, complex phenomena of Harmful Algal Blooms. Oceanography. 18, 136-147.
13. Smayda, T.J. 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the Sea: Evidence for a global epidemic. In: Toxic Marine Phytoplankton, 4th International Conference. Elsevier, Amsterdam, p.29-40.
14. FAO, 2005 Special event on impact of climate change, pests and diseases on food security and poverty reduction. Background Document. 31st Session of the Committee on World Food Security, p.10. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/009/j5411e.pdf>
15. Bailey, S.W. 2004. Climate change and decreasing herbicide persistence. *Pest Management Science*. 60, 158-162.
16. Chen, C. and McCarl, B. 2001. Pesticide Usage as Influenced by Climate: A Statistical Investigation. *Climate Change*. 50, 475-487.
17. Rosenzweig, C., Yang, X.B., Anderson, P., Epstein, P., Vicarelli, M. 2005. Agriculture: Climate change, crop pests and diseases. In Climate Change Futures: Health, Ecological and Economic Dimensions. P. Epstein and E. Mills, Eds. The Center for Health and the Global Environment at Havard Medical School, p.70-77.
18. Easterling, W.E., Aggarwal, P.K., Batima, P., Brander, K.M., Erda, L., Howden, S.M., Kirilenko, A., Morton, J., Soussana, J.F., Schmidhuber, J., Tubiello, F.M. 2007. Food, Fibre, and Forest Products In *Climate Change* 2007: *Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group Ⅱ to the Fourth Assessment Report of the Intergovermental Panel on Climate Change,* ed. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. vander Linden, and C.E. Hanson. Cambridge, U.K. Cambridge University Press.
19. Boorman, D.B. 2003. LOIS in-stream water quality modelling. Part 2. Results and scenarios. Sci. Total Environ., 314-316.

20. Umlauf, G., Bidoglio, G., Christoph, E. Kampheus, J. Kruger, F., Landmann, D., Schulz, A.J., Schwartz, R., Severin, K., Stachel, B., Dorit, S. 2005. The situation of PCDD/Fs and Dioxin-like PCBs after the flooding of river Elbe and Mulde in 2002. *Acta hydrochim. hydrobiol*. 33, 543-554.
21. EPA, 2005. environmental Assessment Summary for Areas of Jefferson, Orleans, St. Bernard, and Plaquemines Parishes Flooded as a Result of Hurricane Katrina. <http://www.epa.gov/katrina/testresults/ katrina_env_ assessment_summary.htm>
22. Booth, S. and Zeller, D. 2005. Mercury, food webs, and ,arine mammals: implications of diet and climate change for human health. *Environ. Health Persp*. 113, 521-526.
23. Heikens, A. 2006. Arsenic contamination of irrigation water, soil and crops in Bangladesh: Risk implications for sustainable agriculture and food safety in Asia. RAP publication 2006/20. Food and Agriculture Organization of the UN Regional Office for Asia and the Pacific
24. Dittmar, J., Voegelin, A., Roberts, L.C., Hug, S.J., Saha, G.C., Ali, M.A., Badruzzaman, A., Kretzschemar, R. 2007. Spatial distribution and temporal variability of arsenic in irrigated rice fields in Bangladesh. *Environmental Health Perspectives,* 108S, 133-141.