



KREI-CDI 기후변화와 농업 국제심포지엄

2009. 9. 10

# 일본 농업의 기후변화에 대한 적응과 완화 전략: 전 과정 관점

키요타다 하야시  
농업·식품산업기술총합연구기구



# 모티브이션

- 최근 추세[1]
  - 저 탄소 경제에 대한 관심 증가
- 최근 추세[2]
  - 농업과 바이오 매스 부문에서 전과정 평가에 관한 연구실적의 증가
- 이 두 가지 추세는 어떻게 관련될 수 있는가?



# 목 적

- 일본의 적응 및 완화에 대한 현재의 전략에 대한 검토
- 기후변화 대응 전략에 대한 전과정 해석

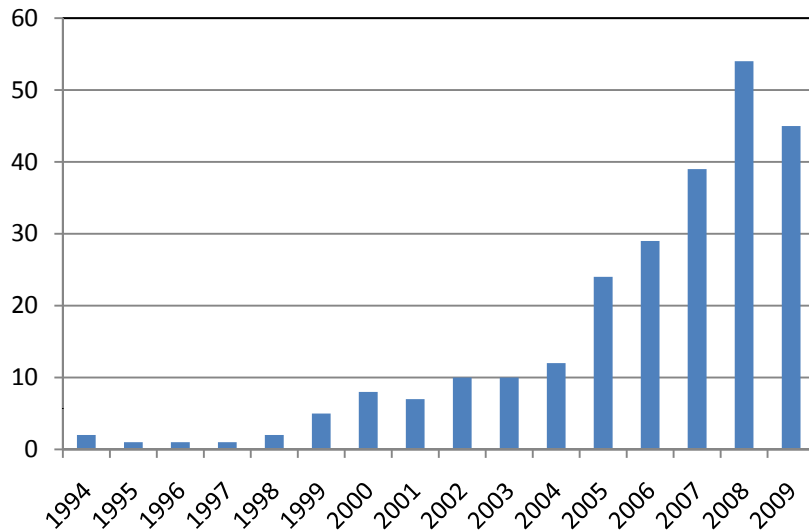


# 목 차

- 서론
  - 최근의 연구 출판물의 증가
  - 왜 LCA를 이용하여 적응과 완화전략을 평가하는가?
- 일본의 적응과 완화 전략
  - 농림수산성 프로젝트
  - 전과정 해석
- 미래 전망



# 최근의 연구 출판물 증가 농업부문의 전과정 평가

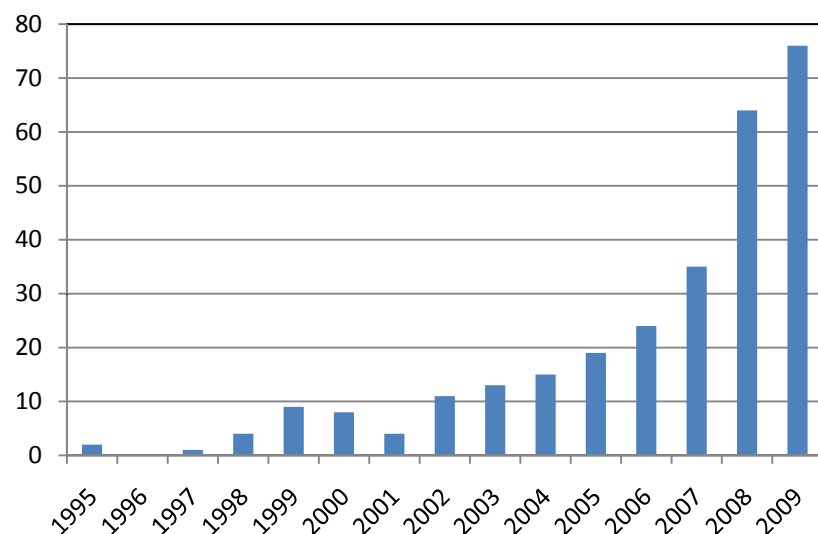


Web of Science  
Aug. 18, 2009

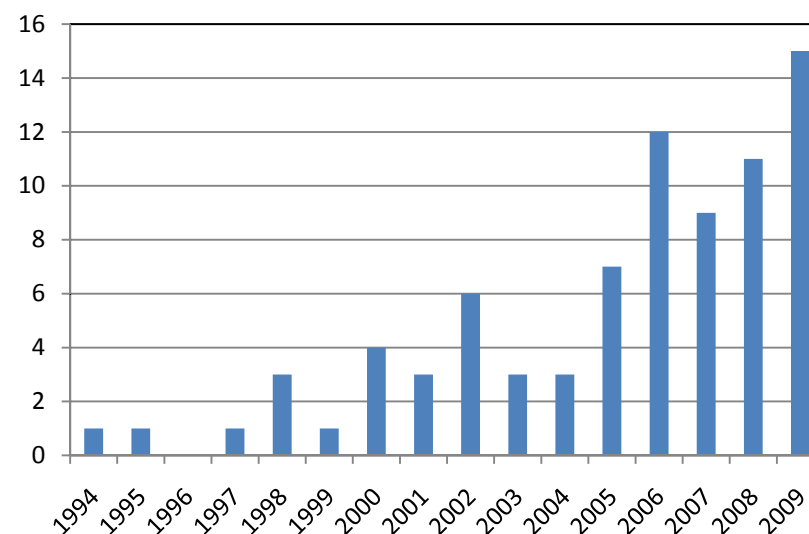
- “LCA” 는 다음 정의들의 결합:
  - TS= “전 과정 평가” 혹은
  - TS= “전 과정 평가들” ...
  - TS= “전 과정 분석” 혹은
  - TS= “전 과정 분석들” ...
  - TS= “전 과정 접근”
  - TS= “전 과정 접근들 “ ...
  - ...



# 최근의 출판물 증가 바이오매스의 전과정 평가



바이오 연료의 LCA



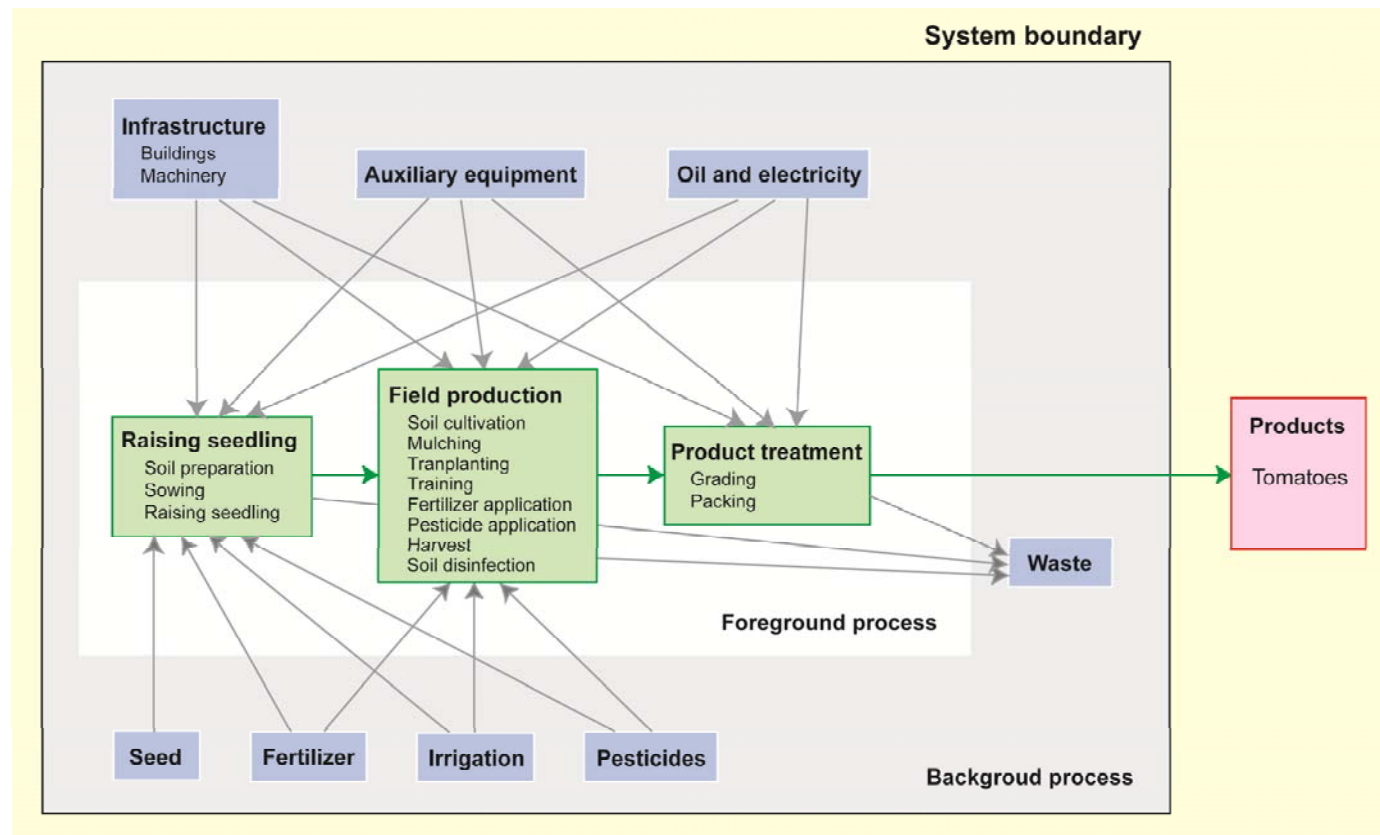
혼합 비료의 LCA



# 왜 전과정 평가인가?

- “전과정” = 요람에서 무덤까지
  - 시스템 범위: 전방 + 후방

농업  
생산  
시스템



# 왜 전과정 평가인가?

- 환경부하의 통합

- 온실가스

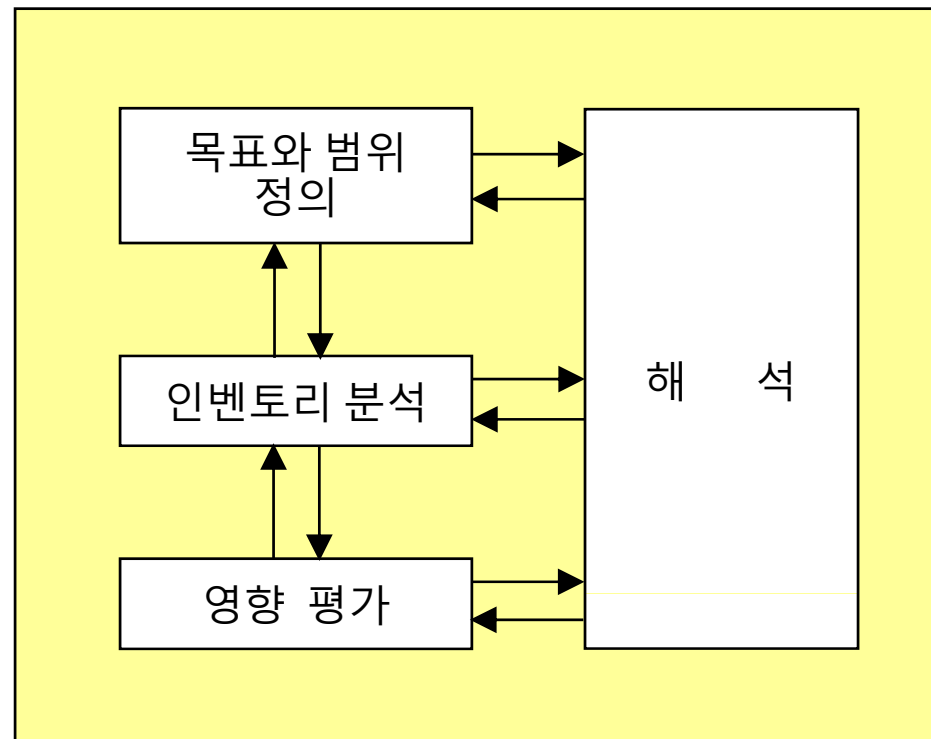
- 이산화탄소

- 화석
      - 유기물
      - 토양전환
      - ...

- 메탄

- 아산화질소

ISO 14040/44





# 전과정 평가: 다기준 평가

- 농업의 영향은 지구 온난화 이외의 타 부문에 미치는 파급영향 사례
- 다른 영향범주의 사례
  - 산성화
  - 부영양화
  - 인체 독성
  - 생태 독성
  - ...
  - 토양 질
  - 생물다양성
  - ...



# 일본의 적응과 완화 전략

- **농림수산성지구온난화대책종합전략**
  - 농림수산성
  - 지구온난화
  - 대책
  - 통합
  - 전략
- 2007. 6, 실행
- 2007. 11, 개정
- 2008. 7, 개정



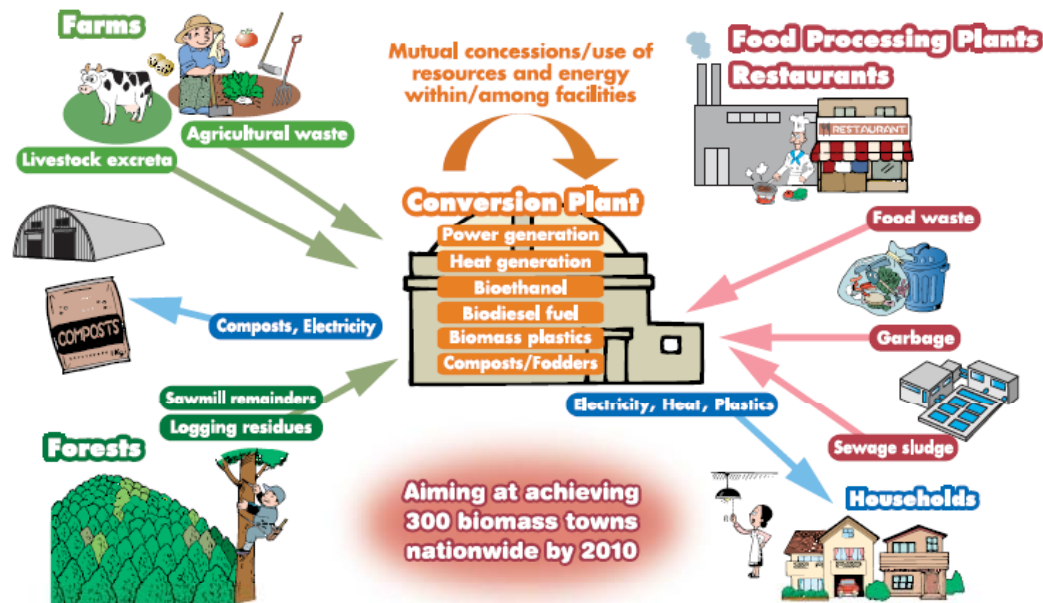
# 농림수산성의 적응 전략

- 농업기술
  - 품종
  - 재배기술
  - ...
- 영향평가



# 농림수산성의 완화전략

- 산림 관리
- 바이오매스 활용
  - 국내의 바이오연료 생산
  - 바이오매스 타운 조성



JORA (2008)



# 농림수산성의 완화 전략

- 식품 산업의 자발적인 환경 프로그램
- 농업생산
  - 시설하우스 생산의 에너지 보존
  - 농기계의 온실가스 저감
  - 쌀 재배에 있어 메탄 저감
  - 비료 사용에 의한 농지에서의 아산화질소 저감
  - 농업 첨가제의 재활용
  - 축산부문의 국내 똥짚 사용



# 농림수산성의 완화 전략

- 수산부문의 에너지 보존
- 농촌 개발사업의 온실가스 감축
- 지역 생산 및 지역소비의 촉진
- 온실가스 완화기술의 개발
- 농업 토양 내 탄소 고정
- 온실가스 저감의 가시화



# 농림수산성의 2009 프로젝트: 탄소고정

- 탄소고정에 관한 “모델 프로젝트”  
[이니셔티브]
  - “모델 촉진 프로젝트”
    - 일본 토양 협회
  - 온실가스 저감 가시화 규정
    - Mizuho 정보 · 연구 기관
  - “촉진 프로젝트” [사례]
    - 관련주체 1
    - 관련주체 2
    - ...



# 중요한 완화 전략 전과정 접근

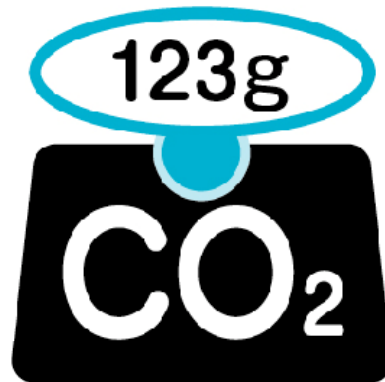
- **농장의 온실가스 배출 저감**
  - 전방 과정
    - 토양으로부터의 직접 배출 저감 (유기 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ...)
    - 기계사용으로부터의 직접 배출 저감(화석 CO<sub>2</sub>, ...)
    - ...
  - 후방 과정
    - 기계 생산
    - 비료와 농약 생산
    - 폐기물 관리
    - ...
- **탄소 고정**
  - 전 과정 평가에서 다른 영향범주로 다루어질 수 있음.
    - “토양 질”





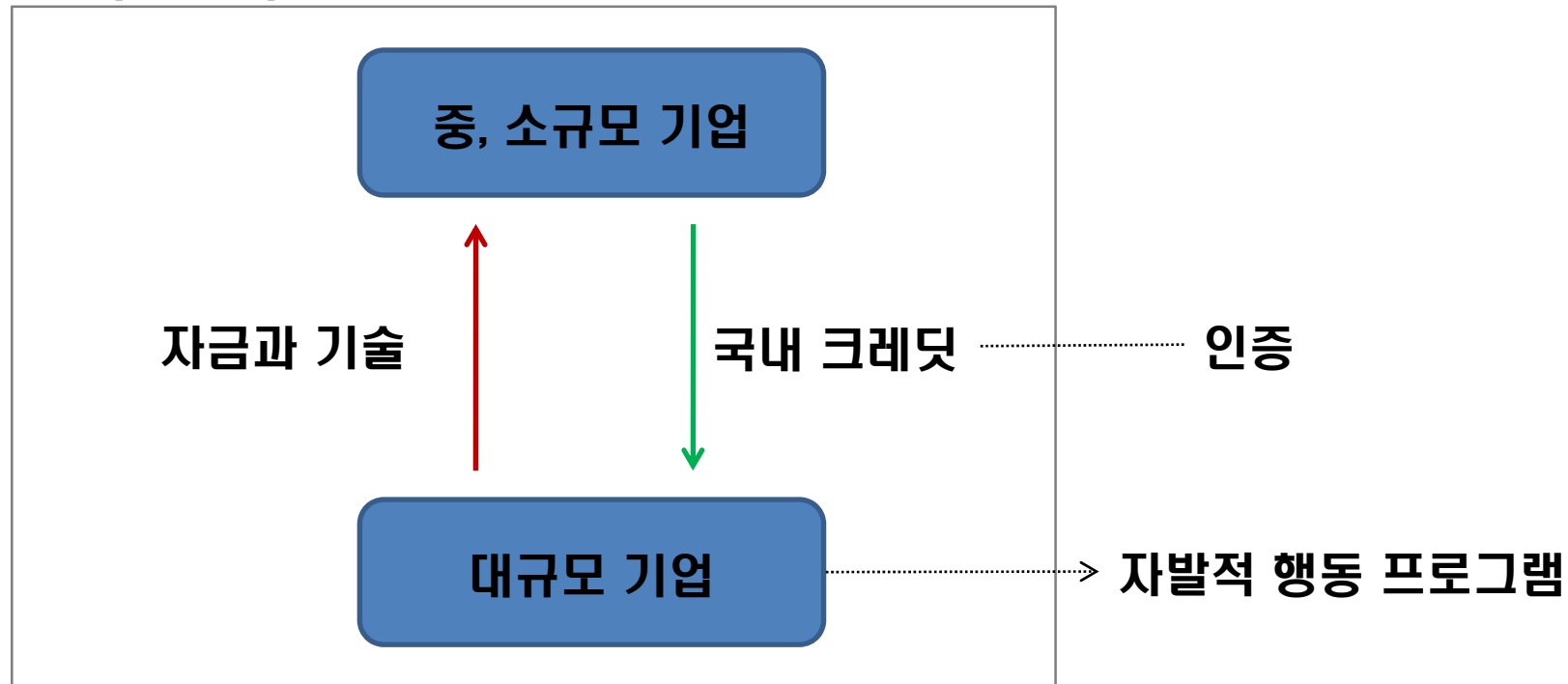
# 온실가스 배출의 가시화 전과정 관점으로부터

- 탄소발자국  $\approx$  전과정 온실가스 배출
- 시스템 범위
  - 불명확함
- 후방과정
  - 투입 산출표에 기반한 배출계수 사용



# 국내의 CDM 전 과정 관점으로부터

## 협력 프로젝트



- 2008년 착수



# 국내의 CDM 전과정 접근

- 농업부문의 사례
  - 화훼농업에서 중유를 사용하는 히터에서 히트 펌프로 전환
  - 채소농업에서 중유를 사용하는 온수 보일러에서 우드 칩을 사용하는 온수 보일러로 전환
  - 화훼농업의 백열전구에서 인공광(LED)전구로 전환
- 계산방법의 재고 필요
  - 전과정 평가 비교
  - 자본재의 평가



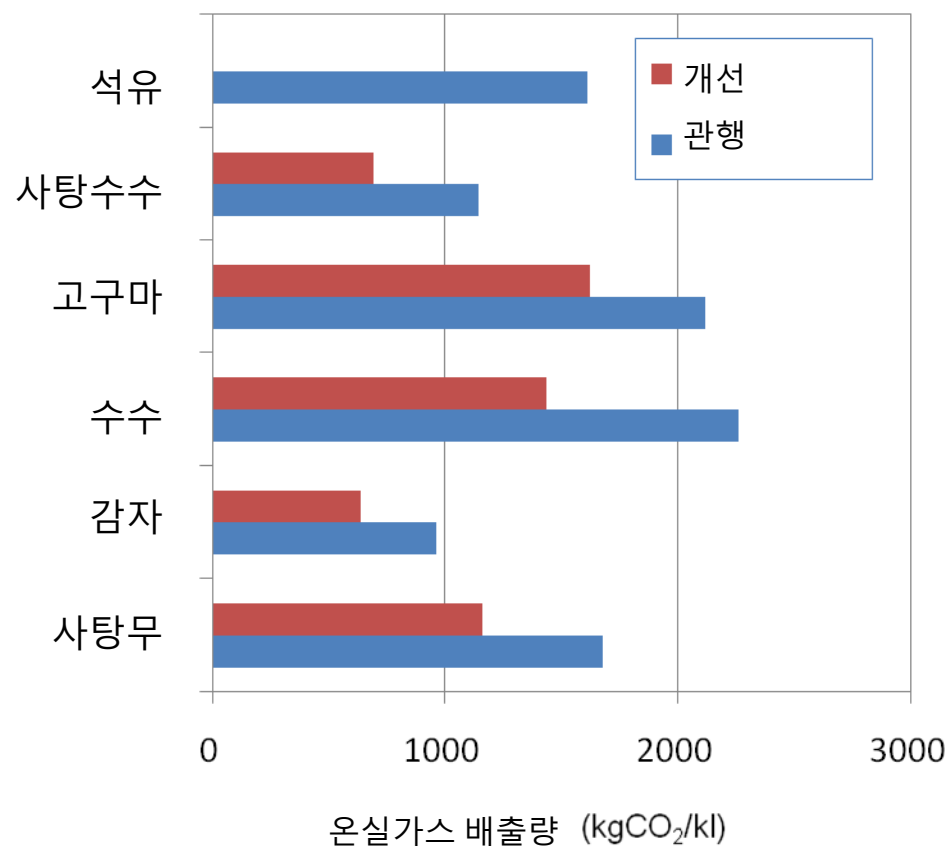
# 에너지 작물 생산의 전과정 평가 비교 대안의 정의

작물	개선 내용	
	재배의 개선	신품종의 도입
사탕무	직접적 파종 (<이식) 최소 경운	병 저항성 높은 당(17→22%)
감자	조식 재배 반정도 흙 덮기	병 저항성 높은 단수 [전분:9→13t/ha]
수수류	보다 낮은 투입물 (재료)	
고구마	덩이줄기 사전처리 이랑, 멀칭과 함께 직접 식재	높은 단수 [37.5→50t/ha]
사탕수수	5배의 그루터기 새싹재배	높은 바이오매스 [70→120t/ha]

Uchida, Hayashi, Gau et al. (2009)



# 에너지작물 생산의 전과정평가 비교 결과

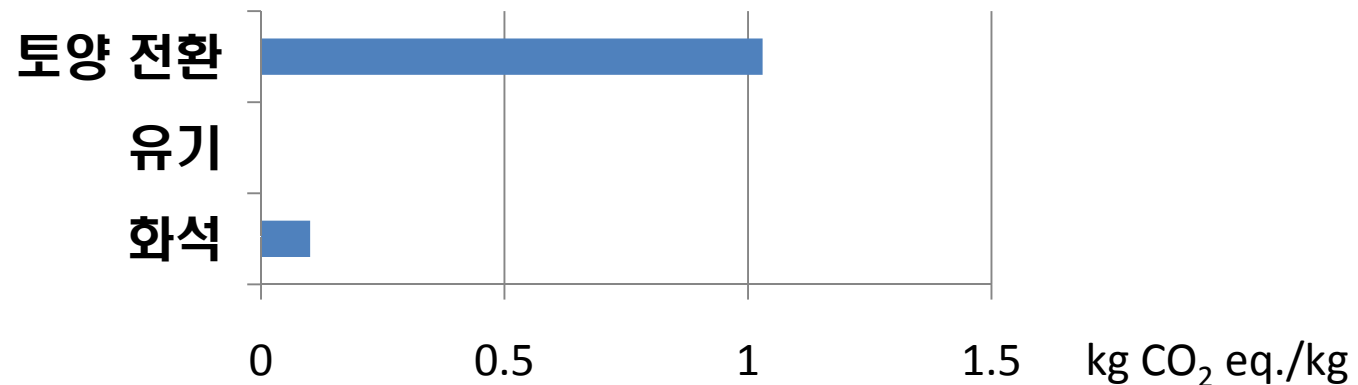


Uchida, Hayashi, Gau et al. (2009)



# 계산상의 추가적 고려사항

- 토양 사용 변화로부터의 온실가스 배출 과다
  - 직접적 토양 사용 변화
    - 토양 전환으로부터의 배출
  - 간접적 토양 사용 변화



대두로부터의 온실가스 배출 (브라질, 자료: 에코인벤트2.0)



# 계산상의 추가적 고려사항

- 바이오 연료 생산에 따른 온실가스 배출 증가
  - 문제가 지속될 가능성 있음.

일본 사례	공급재료		사탕무, 사탕수수, 쌀 (에탄올) 평지씨, 해바라기 (바이오디젤)
	지속가능성	환경적	부산물과 케스케이딩을 포함한 바이오매스 활용 중요
		경제적	정부지원 필요.
		사회적	농촌 활성화가 기본 목적
세계의 국가	공급재료		브라질의 사탕수수 (에탄올) 인도네시아의 야자유(바이오디젤)
	지속가능성	환경적	토지 사용의 직접적, 간접적 영향 분석
		경제적	정부지원이 상업적 성공에 중요
		사회적	노동력 남용 고려



# 결론

## LCA로부터 LCSA까지

- 지속가능성 평가에 대한 관심 증가
  - 환경
  - 경제
  - 사회
- 전 과정 접근법에 기반한 지속가능성 평가
  - LCA
  - LCC (TCA)
  - 사회적 LCA





# 컨퍼런스 공지

- 바이오 연료와 바이오매스 활용의 전과정 평가에 관한 국제 워크숍: 일본, 미국, 유럽의 방법과 정책 적용
  - Tsukuba, Dec. 8, 2009
- 농식품 부문의 전과정 평가에 대한 제 7차 국제 컨퍼런스
  - Bari, Italy, Sept. 22-24, 2010
- 생태균형에 관한 제 9차 국제 컨퍼런스
  - Tokyo, Nov. 9-12, 2010

