

과제구분	기 본	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야 (code)	수행 기간	연구실	책임자
지구온난화에 따른 농업환경변동 대응연구		농업환경 ES0101	'08~'09	농업기술원 환경농업연구과	강창성
경기지역 온실가스 상쇄 작부체계 모형 개발 및 농가소득화 방안		농업경영 SS0101	'08~'09	농업기술원 작물개발과	이진홍
색인용어	이모작 작부체계, 탄소상쇄, 탄소시장, 농가소득화				

ABSTRACT

In this paper, we focus on systematic and strategic agricultural development by a combination of economical and Environmental additionality from double-cropping Programme, which is possible to reduce NO₂ emissions through reduction in fertilizer and low till farming, in connection with voluntary carbon markets.

but still the areas in which further improvement might be considered as follows : First is that the administrative department should continue to set up agricultural policy support to farmers shifting from annual to a second crops, crop mix, crop switching, etc. Second is necessary to approach carbon markets through double-cropping Programme in the riverbed. Third is to promote cooperation in farmers, agricultural technology center and agricultural Cooperatives. the last most important reform would be to allow the effective operation of existing system of cultivation in the cost-effective ways.

Key words : Double-Cropping Programme, Carbon Sink, Carbon Markets, Agricultural Policy Support to Farmers

1. 연구목표

최근 우리나라는 기후변화로 인해 평균기온이 상승하면서 농작물 재배적지가 변동하고 아열대성 병해충 피해가 나타나는 등 농업부문 영향이 점차 확산되고 있는 실정이다. 지난 100년간 평균기온이 1.5°C 상승하면서 계절온도에 많은 변화가 발생하면서 쌀보리 등 몇몇 작물의 재배안전지대가 북상하거나 작부체계가 전환되는 등 다양한 변화가 농업에서 일어나고 있다(한국농촌경제연구원, 2009). 이에 따라 정부에서는 「녹색성장국가 마스터 플랜 - 녹색성장 3대 전략 및 9대 추진과제」를 통해 기후변화 대응 전략으로 강화시켜 나갈 계획이다(농림수산식품부 2009). 특히 9대 추진과제 발표를 계기로 농업분야에서는 기후변화 대응 역량강화를 위한 농작물 작부체계 개편 논의를 활발히 진행하고 있다.¹⁾

그러나 국내 연구 분야는 농경지이용에 따른 토양의 탄소고정능력 평가와 온실가스 인벤토리 구축 그리고 다년생 목본작물 재배를 통한 탄소저장 확충에 관한 연구 등에서 대부분 머물고 있다. 그럼에도 불구하고 작물전환(crop switching)과 종합적인 작부체계 개편은 현실적으로 제한적이지만 이에 대한 정책적 지원체계 구축은 향후 농업분야에서 선결돼야 할 과제이다. 따라서 작부체계를 개편하거나 이모작 재배를 확대 할 수 있도록 기술적 경영적 기반을 체계화 시키고, 이모작 재배에서 오는 비용 비효율적 측면도 보완될 수 있도록 소득보전 정책에 대한 면밀한 검토도 필요하다. 더욱이 기후변화 완화와 적응에 기여할 수 있는 효과적이고 효율적인 정책을 수립하고 이행하도록 지원하기 위해 농업부분과 탄소시장의 관련성 연구와 정책적 지원체계 구축이 앞으로 중점적인 연구방향이 될 전망이다. 특히 포스트 교토체제이후 제2차 공약기간(2013~2017) 동안 국격 향상과 온실가스 배출규모 세계 10위권 진입으로 비의무감축 국가(non-Annex I)에서 의무감축국가(Annex I)로 이행될 전망이어서 향후 탄소시장과 연계된 농업정책의 수립이 중요한 과제가 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 국제 탄소시장과 연계하여 이모작 재배의 환경적 추가성과 경제적 추가성을 분석하고 향후 농가소득으로 연계시키기 위한 추진방안을 제시하고자 한다. 이를 특정해서 살펴보면 먼저 탄소수지 측면에서 이모작 재배가 기술적으로 가능하고 경제적으로 효율적이며 사회적으로 수용될 수 있는 가에 대한 실태 및 인식을 파악하고 이에 대한 기술적 경제적 평가를 실시하는 것이다. 다음으로 이모작 재배가 탄소시장의 온실가스 저감조건에 충족하도록 「하천부지 이용 및 보전」 측면에서 탄소시장 접근 방안을 제시하는 것이다. 마지막으로 이모작 재배 시스템이 탄소시장 틀 속에서 구축 될 수 있도록 정책적 지원체계를 갖추도록 하는 것이다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 2008년부터 2009년까지 2개년에 걸쳐 수행하였다. 2008년에는 경기도내 벼·옥수수·콩·고구마 등 재배농가 30호를 대상으로 온실가스 배출량 활동도(activity) 자료와 작부체계 실태를 조사 분석하였다. 2009년에는 설문조사, 심층면접조사, 문헌조사 등을 병행하였다. 우선 설문조사는 2009. 7 ~ 9월까지 경기도내 벼·옥수수·콩·고구마 등 재배농가 200명을 대상으로 우편설문조사를 실시하여 이중 응

1) 작부체계 개편은 9대 추진과제 중 「기후변화 대응역량 강화」 부문의 세부실천과제인 「기후 적응형 작물 및 재배기술의 개발」에 속한다.

답오류, 미응답을 제외한 186부에 대하여 이모작 재배 필요성, 이모작 재배의사 결정요인, 이모작 재배 기술 수용가능성 평가 등을 조사 분석하였다. 다음으로 심층면접조사에서는 경기도내 하천부지 등 유휴 토지를 이용하여 이모작 재배를 하고 있는 지역농민단체 7개소를 대상으로 2009. 7 ~ 10월까지 이모작 재배에 따르는 비용 등을 조사하여 시산분석하였다. 마지막으로 2008. 5월부터 2009. 5월까지 EU ECX 시장의 탄소가격 동향을 문헌 조사 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 경기도 이모작 작부체계 실태 진단 및 평가

1) 주요작물 생산 및 이모작 재배실태

가) 생산실태

2008년을 기준으로 우리나라의 농경지이용면적은 총 1,834천ha이다. 부문별로는 미곡이 전체 농경지면적의 대부분인 51%를 차지하고 있고, 다음으로 채소 12.1%, 과수 8.1%, 두류 4.7%, 맥류 3.1%, 서류 2.1% 등의 순서이다. 경기도의 경우 미곡 55.8%, 채소 9.1%, 과수 4.5%, 두류 4.1%, 서류 2.6%, 맥류 0.06% 등으로 전체 농경지이용 면적 중 미곡이 가장 큰 재배비중을 차지하고 있다. 이와 같은 재배면적 자료를 기초로 경기도 이모작 작부체계 실태진단을 실시하였으며 이때 주로 이용된 자료는 통계청(2008)과 경기도 농정국 내부자료(2008)이다.

표 1. 주요작물 생산현황

		재배면적(ha)		생산량(M/T)		생산액(10억원)	
		전국	경기	전국	경기	전국	경기
하계 작물	논 벼	942,223 (100)	101,095 (10.65)	4,388,500 (100)	469,046 (10.68)	7,857.5 (100)	836.8 (10.65)
	옥수수	16,981 (100)	1,432 (8.43)	83,513 (100)	6,616 (7.92)	48.9 (100)	4.1 (8.43)
	콩	76,267 (100)	6,513 (8.54)	114,245 (100)	10,184 (8.91)	270.9 (100)	23.1 (8.54)
	고구마	21,093 (100)	4,016 (19.04)	109,210 (100)	20,964 (19.20)	300.8 (100)	57.3 (19.04)
동계 작물	호 밀	40,000 (100)	3,567 (8.92)	316,000 (100)	28,179.3 (8.92)	957.6 (100)	85.4 (8.92)
	쌀보리	24,374 (100)	114 (0.47)	76,856 (100)	325 (29.11)	96.7 (100)	0.5 (0.47)
	겉보리	7,548 (100)	30 (0.40)	22,376 (100)	75 (23.08)	29.2 (100)	0.1 (0.40)
가을 작물	무우	25,835 (100)	4,013 (15.53)	1,194,327 (100)	159,545 (13.36)	39.3 (100)	6.1 (15.53)
	배추	34,265 (100)	3,318 (9.68)	2,217,149 (100)	216,236 (9.75)	694.2 (100)	67.2 (9.68)

자료: 통계청(2008), 경기도 농정국 내부자료 (2008)

주 : 1. 생산량은 정곡기준으로 작성되었고, 호밀은 푸른들 가꾸기사업 재배면적기준으로 생산액과 재배면적을 산출하였음, 2. ()내는 비중을 나타냄.

위 <표 1>에서 보면 도내에서는 하계작물의 재배비중이 가장 높았으며 다음으로 가을작물, 동계작물 순으로 나타났다. 이와 같이 동계작물의 비중이 낮은 것은 재배농가의 기술적 경영적 기피 또는 기상적 조건에서 오는 제약조건 때문이다.

나) 권역별 작부체계 특성

경기도 이모작 작부체계의 실태를 진단하기에 앞서 도내 작물재배 지역을 시군행정구역을 기준으로 중부내륙지대, 중북부내륙지대, 중북부서해안 지대 등 「김충국의(2000)」의 구분에 따라 권역을 구획화 하였다.

표 2. 경기지역 작물재배 권역설정

대권역	중권역	시군명
중부내륙지대		여주, 용인, 이천, 양평, 남양주, 광주 등
중북부내륙지대		연천, 포천, 양주, 의정부 등
중북부 서해안지대	1형	김포, 파주, 고양 등
	2형	평택, 화성, 수원, 시흥 등

자료 : 김충국의(2000)의 자료를 이용하여 재작성함.

중부내륙지역에는 여주, 용인, 이천, 양평 등 6개시군, 중북부내륙지대는 연천, 포천, 양주, 의정부 등 4개 지역, 중북부서해안 1형 지역은 김포, 파주, 고양 등 3개 시군, 중북부서해안 2형 지역은 평택, 화성, 수원, 시흥 등 4개 지역으로 세분화시켰다(표 2).

표 3. 시대별 이모작 작부체계 현황과 개선방향

지대	현행	개선
중부내륙지대	벼	→ 벼+호밀
	벼+호밀(녹비용)	→ 벼+겉보리
	벼+호밀(청예용)	→ 벼+겉보리
	벼+보리(청예용)	→ 벼+겉보리
	콩	→ 콩+겉보리
	옥수수	→ 옥수수+호밀
	옥수수+무	→ 옥수수+겉보리
	옥수수+배추	→ 옥수수+겉보리
	고구마	→ 고구마+호밀
고구마+무(단무지용)	→ 고구마+겉보리	
중북부내륙지대	벼	→ 벼+호밀
	벼+호밀(녹비용)	→ 벼+겉보리
	콩	→ 콩+겉보리
	고구마	→ 고구마+호밀
중북부서해안(1)	벼	→ 벼+호밀
	벼+쌀보리	→ 벼+쌀보리
	콩	→ 콩+쌀보리
중북부서해안(2)	벼	→ 벼+호밀
	벼+쌀보리	→ 벼+쌀보리
	콩	→ 콩+쌀보리

주 : 현행은 지역 내에서 이루어지고 있는 작부체계, 개선은 탄소시장 연계를 위한 개선 작부체계이며, 간작형 이모작임, 자료 : 농가조사결과(2008)

이와 같은 권역에 따라 구분된 각 지대의 작부체계를 살펴보면 지역별로 차이가 있지만 대부분 벼, 콩, 옥수수, 고구마 등이 단작으로 재배되고 있으며, 이모작 작부체계에서는 중북부내륙지대와 중부내륙지대가 벼+호밀을, 중북부서해안지대가 벼+쌀보리를 재배하고 있는 실정이다. 그러나 향후 탄소시장과 연계하여 지역의 농가소득을 증진시키기 위해선 현행 작부체계보다 훨씬 환경적 추가성이 높고, 비용 효율적인 작부체계로 전환시킬 필요가 있다. 대표적으로는 벼 단작 위주를 벼+호밀로, 벼+호밀

작부체계를 벼+겉보리 또는 벼+쌀보리로 전환시켜 기후변화에 신속하게 대응하고 보다 안정적인 농가 소득원으로 작부체계를 개선시킬 필요가 있다(표 3).

2) 이모작 재배에 관한 농업인 인식 조사 및 진단

가) 자료수집 및 표본구성

본연구의 모집단은 경기도내 벼·옥수수·콩·고구마 등 재배농가를 대상으로 2009. 7. 1~ 10. 30까지 구조화된 설문지를 이용하여 우편설문조사(mail survey)를 실시하여 200부를 회수하였으며 이중 응답 오류, 미응답을 제외한 186부를 조사 분석하였다. 설문항목은 응답자 일반현황과 작물재배 비중, 이모작 재배 필요성, 이모작 재배의사 결정요인, 이모작 재배 기술수용 가능성 평가 등으로 이루어졌다. 먼저 응답자의 연령, 재배경력, 거주지역, 연간 농가소득 등 인구사회적 분포를 살펴보면 다음 (표 4)와 같다.

표 4. 응답자의 일반적 특성

구분	항목	빈도(N)	비율(%)
연령	30대이하	24	12.9
	40대	80	43.3
	50대	70	37.9
	60대이상	11	5.9
재배경력	15년 미만	34	19.3
	16~25년미만	70	39.8
	25~35년미만	56	31.8
	35년 이상	16	9.1
거주지역	중부내륙지역	96	53.6
	중북부내륙지역	28	15.6
	서해안 1	28	15.6
	서해안 2	27	15.2
연간 농가소득	3천만원 미만	53	31.9
	3천~6천만원미만	84	50.6
	6천~9천만원미만	14	8.4
	9천만원이상	15	9.1

다음으로 이들 응답자의 농작물 재배비중은 다음 (표 5)와 같이 쌀, 고구마, 콩, 가을배추/무우, 노지 풋옥수수 등의 순으로 나타났으며, 지역에서의 동계작물 재배비중은 매우 낮았다. 이는 이모작 보다 단작이 작부체계의 중심에 놓여 있음을 나타낸다.

표 5. 농가 재배 비중 (N=186)

작물명	빈도(N)	비율(%)
쌀	158	85.0
고구마	11	5.9
콩	6	3.2
노지팥옥수수	4	2.2
가을배추/무우	5	2.7
쌀보리	1	0.5
호밀	1	0.5

나) 이모작 재배에 관한 응답자 인식

이모작 재배의 도입 필요성을 두 가지 측면에서 조사 분석하였다. 먼저 기술적 측면에서는 이모작 재배가 친환경재배(4.3), 농경지이용 효율화(4.18) 및 친환경 관리(4.17), 농산폐기물·농약비료 절감(4.34) 등에 상당히 효과적인 수단으로 분석되었다. 다음으로 시장적 측면에서는 이모작 재배가 온실가스 저감(3.93)이나 탄소배출권 확보(3.95)에 도움이 되며, 특히 탄소표시 시장 대응에 효과적인 것으로 나타났다(표 6). 향후 이모작 재배의 지역 도입을 면밀히 검토하고 이에 대한 사업 체계를 만들어야 할 것이다.

표 6. 이모작 재배의 필요성

구 분	응답빈도(N=186)					평균	표준 편차
	매우 필요	필요	보통	필요하지 않음	전혀필요치 않음		
기술적 측면	농경지이용 효율화	70(37.63)	89(47.85)	19(10.22)	6(3.23)	2(1.08)	4.18 0.81
	친환경 재배	79(42.47)	93(50.0)	8(4.3)	6(3.23)	0(0)	4.30 0.69
	농경지의 친환경 관리	67(36.02)	91(48.92)	21(11.29)	7(3.76)	0(0)	4.17 0.76
시장적 측면	농산폐기물, 농약, 화학비료 등 절감	96(51.61)	68(36.56)	16(8.6)	3(1.61)	3(1.61)	4.34 0.82
	온실가스 저감	64(34.41)	73(39.25)	28(15.05)	16(8.6)	5(2.69)	3.93 1.05
	농산물 탄소표시 상품화	66(35.48)	80(43.01)	29(15.59)	11(5.91)	0(0)	4.08 0.85
	탄소배출권 확보	61(32.80)	78(41.94)	30(16.13)	14(7.53)	3(1.61)	3.95 0.96

이와 같이 이모작 재배가 기술적·시장적 측면에서 중요하고 시급하게 요구되고 있지만 지역에서 수용가능 한지 또는 수용가능하다면 어떠한 요인이 중요하게 관여하는 지 이에 대한 검토도 면밀히 이루어져야 할 것이다. 이에 대하여 지역에서 수용가능성을 살펴보면 다음 (표 7)와 같다. 지역에서 이모작 재배의 수용가능성이 낮을 수 록 대부분의 농가들은 강우시기, 야생조수, 파종시기, 지역적응 농비품종 부족, 조숙재배 등의 문제를 가장 크게 지적하고 있으며 수용 가능성이 높은 이모작 재배일 수록 지역농업 파급 영향력이 높은 것으로 분석되었다.

표 7. 이모작 재배 수용가능성 평가

대분류	소분류	수용대상 이모작 재배	기술수용평가	
			불확실성 (순위)	지역농업영향 (%)
종 자	1. 종자수급	벼+호밀, 벼+쌀보리/겉보리	6	4.8
	2. 파종시기	벼+호밀, 고구마+호밀	3	8.1
자 연 환 경	3. 강우에 따른 적기재배 일실	벼+호밀	1	1.6
	4. 야생조수	벼+쌀보리/겉보리	2	1.6
토 양 관 리	5. 배수관리	옥수수+무, 옥수수+배추, 고구마+무	18	8.1
	6. 연작장애 관리	옥수수+무, 옥수수+배추, 고구마+무	17	4.8
노동력	7. 비닐피복 및 제거	고구마+무, 고구마+호밀, 고구마+겉보리	16	1.6
	8. 저장, 가공	옥수수+무, 옥수수+배추, 고구마+무	8	6.5
생 산 기 반 조 성	9. 종자공급 지원체계	벼+호밀, 벼+쌀보리/겉보리	7	11.3
	10. 마을협업	벼+호밀	15	1.6
	11. 지역적응 농비품종	벼+호밀	4	6.5
	12. 조숙재배 기술	고구마+겉보리, 옥수수+겉보리, 콩+쌀보리	5	6.5
	13. 벼수확동시 보리파종	벼+쌀보리/겉보리	9	3.2
	14. 배토 및 비닐피복	옥수수+무, 고구마+무, 옥수수+배추, 옥수수+겉보리, 고구마+겉보리, 옥수수+호밀, 고구마+호밀	10	8.1
	15. 호밀간작 피복	콩+쌀보리, 고구마+호밀, 고구마+겉보리	11	4.8
마케팅 기 반 조 성	16. 다양한 제품개발	콩+쌀보리, 옥수수+쌀보리, 고구마+겉보리, 옥수수+호밀, 고구마+호밀	14	9.7
	17. 가공시설	콩+쌀보리, 옥수수+겉보리, 고구마+겉보리	13	4.8
	18. 세척, 큐어링	고구마+겉보리, 고구마+무, 고구마+배추	12	6.5

주 : 기술수용 평가에서 불확실성 순위는 불확실성 높음=1, 낮음=18이고, 지역농업영향은 영향 높음=100, 영향 낮음=0임

더욱이 이모작 재배기술의 지역적 도입에 직접적으로 영향을 미치는 요인으로는 경영환경(12.0%) 측면보다 경영기반(50.0%)이나 생산기반 요인(37.0%)이 더 크게 작용하는 것으로 나타났다(표 8). 앞으로 이를 고려하여 이모작재배의 지역적 도입을 검토해야 할 것이다.

표 8. 이모작재배 의사결정 요인평가

요인	항 목	평균	표준편차	요인적재량	공통성	중요도(%)
생산 기반	경운	3.60	0.94	0.87	0.79	37.0
	파종	3.57	1.07	0.81	0.74	
	관리 및 방제	4.16	0.98	0.79	0.68	
	수확	3.64	0.95	0.67	0.66	
	수확후 관리	3.80	0.98	0.59	0.50	
경영 기반	인건비	3.84	1.05	0.56	0.53	50.0
	시설투자 및 운영	4.19	0.97	0.82	0.73	
	사업장(농지, 시설)	4.16	0.90	0.67	0.55	
경영 환경	생산공정(장비, 원료 등)	4.06	0.90	0.74	0.70	12.0
	마케팅 홍보	3.99	0.88	0.77	0.71	
	상품화 및 이증획득	4.13	0.99	0.61	0.62	
	리스크관리	3.79	0.95	0.66	0.60	
	가공제품	3.87	0.88	0.61	0.58	
	유통물류	3.99	0.99	0.72	0.61	
	6차산업화(농촌관광 등)	3.89	1.03	0.75	0.60	
	새로운 인증제도 도입	3.90	0.94	0.59	0.54	
	탄소배출권사업 참여	3.89	0.97	0.62	0.52	
	탄소표시제 참여	3.93	1.00	0.64	0.52	

주 : 이모작 재배 의사결정 관련변수는 총 20개 변수를 대상으로 분석하였으나 변수의 분산이 추출된 요인에 의해 설명되는 정도인 공통성(communality) 값이 0.5 이상 이상인 변수 18개를 분석 대상으로 하였음

나. 이모작 작부체계의 탄소상쇄 효과

최근 이산화탄소가 대기권으로부터 육상생태계에 얼마만큼의 양이 유입·유출되는 가를 정량적으로 평가하는 연구가 진행되고 있다. 이와 마찬가지로 농업부문도 농업생태계로 탄소가 저장되거나 대기중으로 배출되는 탄소에 대한 정량적 평가가 연구의 핵심을 이루고 있다(이정택, 2008). 이에 대한 평가 방법으로는 대기 중으로 배출되는 이산화탄소의 양을 산정하는 것과 작물의 광합성 작용을 통해 고정되는 이산화탄소의 양을 산정하는 것이다. 이에 본 연구에서도 선행연구의 방법론을 적용하여 농경지 이용에 따른 토양의 탄소고정능력과 대기중으로 배출되는 이산화탄소의 양을 산정하여 작물 재배에 따른 이산화탄소의 상쇄효과를 파악하고자 한다.

이를 좀 더 자세히 살펴보면, 먼저 대기 중으로 배출되는 이산화탄소의 양은 「IPCC 가이드라인(2006)」에 기초하여 벼·옥수수·콩·고구마·호밀·보라·무·배추 재배농가를 대상으로 활동도(activity) 자료를 조사하여 분석하였다. 이때 수집된 자료는 논벼 재배부분에서는 물관리, 작기전 담수일수, 유기물시용, 비료사용 등 배출되는 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O)에 관한 자료이고, 경작지(밭)토양 부분에서는 비료사용에 의한 직접배출량과 간접배출량에 관한 자료이다(표 9).

표 9. 농업부문 온실가스 배출원 분류체계 및 배출계수

대분류	중분류	소분류	온실가스	배출계수	
				계수	단위
		기본배출계수		1.3	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹
논벼재배	물관리	상시담수	메탄	1.000	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹
		간단관개	메탄	0.520	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹
	작기전 담수일수		메탄	1.220	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹
	유기물	녹비	메탄	0.500	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹
		퇴비	메탄	0.050	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹
		볏짚	메탄	0.290	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹
	비료사용	직접	아산화질소	0.003	kg N ₂ O-N/kg-N
		간접(대기회산)	아산화질소	0.010	kg N ₂ O-N/kg-N
밭재배	직접	아산화질소	0.010	kg N ₂ O-N/kg-N	
	간접(대기회산)	아산화질소	0.010	kg N ₂ O-N/kg-N	

주 : 1. 배출원 분류체계는 IPCC(2006)의 기준에 의해 재작성 하였음. 2. 축산은 제외.

자료 : 농촌진흥청(2008), 국립환경과학원(2007)

다음으로 농업생태계 내로 이산화탄소가 흡수되는 양은 작물의 광합성 작용에 의한 작물의 탄소고정능력 자료를 조사하여 분석하였다. 이때 수집된 자료는 작물별 건물중, 탄소함량, 이산화탄소 고정량 등에 관한 것이다(최병열, 2008).

일반적으로 작물의 광합성 작용에 의해서 유기탄소 형태로 바뀌어 작물의 조직이나 기관을 구성하게 된다. 이러한 유기탄소는 작물생육기간 중에는 살아있는 작물의 형태로, 수확을 하거나 수명을 다 하면 잔사로 농경지에 유입되어 토양미생물에 의해 분해되고 난분해성 유기물은 토양내 장기간 축적되어 토양 탄소의 원천이 된다(이정택, 2008). 이와 같은 두 가지 산정방법을 기초로 하여 농경지에서 농작물을 재배하면서 배출된 온실가스를 작물의 이산화탄소 고정능력의 효과에 의해 상쇄시키는 효과를 추정하여 이모작 재배시 적용가능한 탄소상쇄 효과를 계산하였다.

1) 탄소상쇄 특성 평가

농경지 이용에 따른 온실가스 배출량을 상쇄시키는 작물별 CO₂ 흡수효과는 노지팥옥수수가 ha당

40.17톤으로 가장 높으며, 다음으로 쌀보리 29.35톤, 벼 28.85 톤, 걸보리 27.0 톤, 콩 23.94 톤, 호밀 23.23 톤 등의 순이다(표 10).

이를 작부체계별 살펴보면, 노지팥옥수수-쌀보리 69.52톤, 노지팥옥수수-걸보리 67.17톤, 노지팥옥수수-호밀 63.40톤 등으로, 노지팥옥수수-쌀보리의 순흡수량이 가장 높다(표 11).

표 10. 단작의 탄소상쇄 효과 (단위 : 톤CO₂ /ha)

구분	농경지 배출량(A)	작물 CO ₂ 고정량(B)	탄소상쇄(C=B-A)
벼	3.980	32.83	28.85
하계 작물			
노지팥옥수수	3.940	44.11	40.17
콩	2.080	26.02	23.94
고구마	3.040	13.93	10.89
동계 작물			
호 밀	0.016	23.25	23.23
쌀보리	0.260	29.61	29.35
걸보리	0.260	27.26	27.00
가을 작물			
무 우	8.288	28.41	20.12
배 추	9.472	16.23	6.76

주 : 1) IPCC 2006에 기초한 온실가스 산정방법에 의해 배출량을 계산하였음, 2) CO₂고정량은 '08년 시험성적임

표 11. 이모작의 탄소상쇄 효과 (단위 : 톤CO₂/ha)

작부조합		농경지 배출량(A)	작물 CO ₂ 고정량(B)	탄소상쇄(C=B-A)
1모작	2모작			
벼	호 밀	11.92	56.05	44.13
	쌀보리	12.16	62.41	50.25
	걸보리	12.16	60.06	47.90
노지팥옥수수	호 밀	3.96	67.36	63.40
	쌀보리	4.20	73.72	69.52
	걸보리	4.20	71.37	67.17
	무 우	12.23	72.52	60.30
콩	배 추	13.41	60.35	46.94
	호 밀	2.10	49.27	47.17
	쌀보리	2.34	55.63	53.29
고구마	걸보리	2.34	53.28	50.94
	호 밀	3.06	37.18	34.12
	쌀보리	3.30	43.54	40.24
무 우	걸보리	3.30	41.19	37.89
	무 우	11.33	42.34	31.02

주 : 1. IPCC 2006에 기초한 온실가스 산정방법에 의해 배출량을 계산하였음
2. CO₂고정량은 '08년 시험성적임,

2) 작부체계 전환의 탄소 상쇄효과 추가성

탄소흡수 추가성 측면에서 긍정적인 변화가 크게 예상되는 이모작 작부체계는 콩-쌀보리, 벼-겉보리, 옥수수-겉보리, 고구마-겉보리 등으로, 콩-쌀보리의 추가성이 가장 높으나 다른 작부체계에 비해서 「벼-겉보리 → 벼-호밀」의 추가성은 매우 부정적이다(표. 12)

표 12. 이모작 작부체계 전환의 탄소상쇄 추가성(marginal effect) (단위 : 톤CO₂/ha)

구분	구분		탄소흡수 추가성	변화	평가
	A유형	B유형			
1	단작		0	0	중립적
2	벼	→ 벼+겉보리	27.0	+	긍정적
3	벼	→ 벼+호밀	23.24	+	긍정적
4	벼+호밀	→ 벼+겉보리	3.76	+	긍정적
5	벼+쌀보리	→ 벼+호밀	(8.46)	-	부정적
6	콩	→ 콩+쌀보리	29.35	+	긍정적
7	옥수수	→ 옥수수+겉보리	27.0	+	긍정적
8	옥수수	→ 옥수수+호밀	23.23	+	긍정적
9	옥수수+무	→ 옥수수+겉보리	6.88	+	긍정적
10	옥수수+무	→ 옥수수+호밀	3.11	+	긍정적
11	옥수수+배추	→ 옥수수+겉보리	20.23	+	긍정적
12	옥수수+배추	→ 옥수수+호밀	16.46	+	긍정적
13	고구마	→ 고구마+겉보리	27.0	+	긍정적
14	고구마	→ 고구마+호밀	23.24	+	긍정적
15	고구마+무	→ 고구마+겉보리	6.87	+	긍정적
16	고구마+무	→ 고구마+호밀	3.11	+	긍정적

주 : 추가성은 B유형-A유형의 탄소흡수량임

다. 탄소상쇄 이모작 재배의 경제성 분석

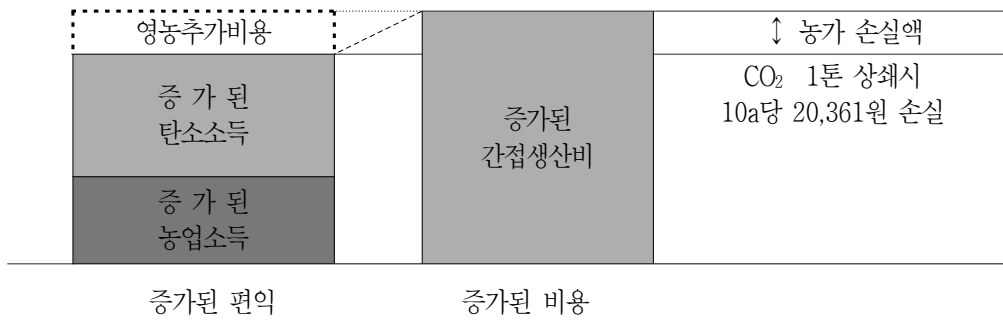
이모작 재배의 파생효과(spill-off)를 분석하기 위해 2008년 5월부터 7월까지 경기도에서 벼, 콩, 옥수수, 고구마를 재배하는 농업인 30명을 대상으로 2모작 재배실태를 조사하였다. 분석방법은 시산 분석을 활용하여 이모작 재배에 따른 증가된 비용과 편익을 횡단면적으로 분석하여 파생비용 규모를 도출하였다. 그리고 2008. 5월부터 2009. 5월까지 EU ECX 시장의 탄소가격 변동율을 조사 분석하여 탄소흡수효과의 경제적 파생효과를 도출하였다.

1) 횡단면적 분석

이모작 재배의 파생효과를 분석하기 위해 증가된 편익과 증가된 비용을 구조화하여 영농추가비용을 분석하였다. 여기서 이모작 재배를 통해 증가된 편익은 증가된 탄소소득과 증가된 농업소득이며, 증가된 비용은 노력비, 자본용역비 등 간접생산비이다(그림 1).

그림 1. 이모작 재배에 따른 영농부담비용 추계 모식도

(단위 : 톤CO₂, 원/10a)



주: 증가된 탄소소득은 톤CO₂당 15달러 기준에서 분석되었음

(그림 1)과 같이 이모작 재배를 도입함으로써 파생되는 영농추가비용은 각 지역에서 공통적으로 벼-호밀 작부체계가 가장 높았다. 지역별로 각각 살펴보면 중부내륙지역 옥수수-호밀, 중북부내륙지역 고구마-호밀, 서해안 지역 콩-쌀보리 순으로 영농 부담비용이 높게 나타났다(표 13).

표 13. 권역별 작부체계별 경제성 평가

(단위 : 톤CO₂, 원/10a)

권역명	작부체계		탄 소 상쇄량	영농추가비용		(B-A)
	1모(기)작	2모(기)작		증가된 편익(A)	증가된 비용(B)	
중부내륙	벼	호 밀	5.209	66,050	276,163	210,113
		겉보리	5.585	209,959	288,449	78,490
	옥수수	쌀보리	5.820	228,758	294,987	66,229
		쌀보리	6.952	228,758	232,741	3,983
		호 밀	6.340	66,150	253,505	187,355
고구마	호 밀	3.413	66,150	223,661	157,511	
중북부내륙	벼	호 밀	5.209	21,649	276,163	254,514
		쌀보리	5.820	228,758	232,975	4,217
	콩	쌀보리	5.329	228,758	265,115	36,357
		호 밀	6.340	66,150	253,505	187,355
	고구마	쌀보리	4.024	228,758	277,577	48,819
서해안(1)	벼	호 밀	3.413	66,150	294,987	228,837
		쌀보리	5.820	228,758	259,864	31,106
	콩	쌀보리	5.329	228,758	260,115	31,357
		호 밀	5.209	66,050	253,139	187,089
서해안(2)	벼	쌀보리	5.820	185,530	206,753	21,223
		호 밀	5.209	66,050	253,139	187,089
	콩	쌀보리	5.325	228,758	265,115	36,357

주 : IPCC 2006가이드라인 및 작물별 이산화탄소 고정량 산출법에 의해 탄소상쇄량을 산출하였음.

2) 시계열적 변동분석

EU 탄소시장에서의 CERs(certified emission reduction) 거래 평균가격은 하한 13.14달러/톤CO₂에서 상한 15.28달러로 연평균 512천톤 가량 거래되고 있다. 이에 대한 평균변동율은 상한가격 4.06달러, 하한가격 0.59달러, 평균가격 1.74달러로 가격이 안정적이다.

또한 거래물량과 가격에 있어서 변동계수(CV)를 살펴보면 거래물량은 약 0.7%, 거래가격은 약 2.3~3.2%로 분포되어 있어 비교적 시장이 안정적이다(표 14).

표 14. 탄소가격 변동분석(carbon price) (단위 : 톤CO₂, \$)

	거래물량	탄소배출권 거래가격		평균
		상한가격	하한가격	
평균	512,227	15.28	13.14	14.21
표준편차	660,031	6.40	4.06	5.23
변이계수(CV)	0.776	2.388	3.238	2.718
평균 변동율	69.0	4.06	0.59	1.734

주 : 1. EU ECX 시장가격 변동율 비교(2008. 5 ~ 2009. 5) 분석결과임, 2. 일일 거래가격 기준임

자료 : <http://www.europeanclimateexchange.com/>

이와 같은 결과와 연계하여 이모작 재배에서 얻을 수 있는 추가 CERs은 톤당 15달러 기준에서 옥수수-A(호밀·쌀보리·겉보리) 유형이 10a당 약 2,292원으로 가장 높았으며, 다음으로 쌀-A(호밀·쌀보리·겉보리) 유형 1,916원, 옥수수-B(무·배추) 유형 1,849원, 콩-A(호밀·쌀보리·겉보리)유형 1,838원, 고구마-A(호밀·쌀보리·겉보리)유형 1,229원 순으로 나타났다(표 15).

표 15. 경기도 이모작 재배시 탄소상쇄효과의 CERs 추가성

구분	이모작 재배 탄소상쇄 효과				
	3톤CO2/10a	5톤CO2/10a	6톤CO2/10a		
A유형	I - 고구마	II - 쌀	III - 콩	IV - 옥수수	
재배면적 증가 탄소흡수효과(톤)	143,090.1	5,614,614.1	347,077.8	95,170.7	
탄소가격 평균변동성(CV)	2.3	2.3	2.3	2.3	
	5달러 기준	16,455.4(409.7)	645,680.6(638.7)	39,913.9(612.8)	10,944.6(764.3)
탄소배출권 CERs	10달러 기준	32,910.7(819.5)	1,291,361.2(1,277.4)	79,827.9(1,225.7)	21,889.3(1,528.6)
평균 변동수익	15달러 기준	49,366.1(1,229.2)	1,937,041.9(1,916.1)	119,741.8(1,838.5)	32,833.9(2,292.9)
시나리오(천원)	20달러 기준	65,821.4(1,639.0)	2,582,722.5(2,554.7)	159,655.8(2,451.3)	43,778.5(3,057.2)
	30달러 기준	98,732.2(2,458.5)	3,874,083.7(3,832.1)	239,483.7(3,677.0)	65,667.8(4,585.7)
B유형	I - 고구마	II - 옥수수			
재배면적 증가 탄소흡수효과(톤)	126,222.9	76,783.8			
탄소가격 평균변동성(CV)	2.3	2.3			
	5달러 기준	14,515.6(361.4)	8,830.1 (616.6)		
탄소배출권거래	10달러 기준	29,031.3(722.9)	17,660.3 (1,233.3)		
CERS 평균변동	15달러 기준	43,546.9(1,084.3)	26,490.4 (1,849.9)		
수익 시나리오(천원)	20달러 기준	58,062.5(1,445.8)	35,320.6 (2,466.5)		
	30달러 기준	87,093.8(2,168.7)	52,980.8 (3,699.8)		

주 : 1. A유형은 호밀, 쌀보리, 걸보리 작물이고, B유형은 무, 배추 작물임, 2. ()는 10a당 탄소배출권 거래 평균 변동수익이며 원단위임, 3. 탄소흡수효과는 하계작물 재배면적(2008) 기준으로 작성되었음

라. 국제 탄소시장 접근방안 : 하천부지의 이용 및 보전

(표 13)과 (표 15)의 횡단면 분석과 시계열 변동분석 결과를 살펴보면, 대부분 작부체계의 추가영농 비용이 탄소시장에서의 CERs가격 추가 변동분을 상쇄(trade-off)하지 못하고 있다. 이는 향후 CDM(clean development mechanism) 사업의 환경적·경제적 추가성 확보 및 방법론 구축에 중요한 단서가 될 수 있다.

이와 관련하여 국제적으로 농경지 탄소고정(carbon sequestration) 방법도 배출권 메커니즘과 온실가스 저감행위 조건에 포함되어 있으므로 이모작 작부체계의 지역 도입을 면밀히 검토해야 할 것이다. 그러나 단순히 이모작을 도입했다고 온실가스 저감행위에 해당되는 것은 아니다. 따라서 산림 재조림 또는 조림 CDM사업과 마찬가지로 휴경지, 하천부지 등 유휴토지의 이용 및 보전의 관점에서 이모작 작부형태에 대한 도입 타당성을 검토할 필요가 있다²⁾.

1) 하천부지의 농지이용 현황

2) UN 등 관련기구에서 내놓은 공인 방법론 중 「콩-옥수수 윤작체계를 통한 질소비료 감축」 방법을 향후 작부체계 개편의 가이드라인으로 제시할 필요가 있다. 앞으로 이를 통해 다양한 작부체계 방법론 개발이 후속연구로 진행될 필요가 있다. 또한 농경지 탄소저장을 다년생 목본류에 한정하고 있어 일년생 농작물에 대한 탄소저장효과를 공인받기 위한 방법론개발이 요구된다.

경기지역 하천은 국가하천과 지방하천으로 나뉘며 전체 515개소에서 지방하천이 차지하는 비중은 약 97%로 무려 500개소에 이르고 있다. 이러한 하천구역 내에서 시군 지방자치단체에서 점용허가를 받아 점용사용료를 내고 사용하는 하천부지를 살펴보면, 전체 점용면적이 약 2,771.5ha로 기타부지 51.9%, 답 28.9%, 전 16.5%, 잡종지 2.7% 순이다. 여기서 기타부지와 잡종지를 제외한 농지이용 하천부지는 약 1,258.6ha로 전체의 45.4%에 해당된다.

표 16. 경기도 지방 하천부지 점사용 현황

(단위 : ha, %)

면적(계)	전	답	잡종지	기타
2,771.5(100)	456.5(16.5)	802.1(28.9)	72.5(2.7)	1,440.4(51.9)

특히 농지로 이용되는 하천구역 내에서는 하천오염을 발생시키는 농약이나 비료를 사용하는 경작행위는 현행 하천법 제33조에 의해 점용허가를 취소토록 하고 있다.³⁾

이에 농경지를 친환경적으로 이용할 수 있도록 하천의 비점오염원을 사전에 유입 차단하고 이산화탄소 배출을 상쇄시킬 수 있는 친환경 이모작 재배를 추진할 필요가 있다.

2) 하천부지 이모작 재배의 경제적 추가성 평가

최근 지방하천의 관리는 이수와 치수 기능을 위주로 전개되어 왔으나, 하천을 둘러싼 여건이 변화함에 따라 하천관리의 패러다임이 바뀌고 있다. 즉 이수와 치수 중심에서 생태환경 기능을 중시하는 정책으로 전환되면서 수질오염 총량제가 더 한 층 중요하게 다루어지고 있다(최동진, 2005). 이와 관련하여 하천의 생태환경기능을 지속적으로 유지 관리하기 위해서는 하천부지의 친환경적 이용 및 관리가 요구된다.

이와 같은 효율적인 하천 유지관리 방안에 부합하여 하천부지 내에서 친환경농업을 실천하도록 유도하여 이산화탄소 배출을 상쇄시킬 수 있는 친환경 이모작 재배 사업을 전개할 필요가 있다. 이러한 사업은 약 3,002km, 500개소에 이르는 경기도 지방하천의 오염원 유입 차단에 상당히 기여할 것으로 예상된다. 다만 하천부지의 농경지이용은 환경정화효과와 더불어 탄소고정 메커니즘 조건 속에서 고려되어야 한다. 또한 비용 비효율적인 측면에서도 이모작 재배에 관한 경제적 추가성 분석이 뒷받침될 필요가 있다. 이에 대한 경제적 추가성 분석 결과를 살펴보면 다음 (표 17)과 같다. 하천부지 내에 이모작 재배 체계를 갖춤으로서 파생되는 영농추가비용은 벼-쌀보리 작부체계가 10a당 299,195원으로 가장 높았으며, 벼-겉보리 293,436원, 벼-호밀 289,514원, 옥수수-호밀 268,596원, 고구마-호밀

3) 지방허가관청은 국토해양부고시 제2010-105호의 규칙 제18조 제1항 기준에 따라 하천구역에 경작을 목적으로 점용을 하는 경우 「친환경농업육성법」 제2조 제1호에 따른 친환경농업을 유도하기 위해 필요한 조치를 취해야 함

242,110원, 옥수수-쌀보리 233,062원 등의 순으로 영농부담비용이 높은 것으로 분석되었다(표 17). 이러한 결과는 UN CDM사업의 농경지 탄소고정 메커니즘과 경제적 추가성 원리에 충족된다고 평가할 수 있다.⁴⁾

표 17. 이모작 재배 하천부지 조성비용 (단위 : 원/10a)

권역명	작부체계		탄 소 상쇄량 (톤)	이모작 재배		농기손실액 (B-A)	하 천 부 지 추가소요액 (D)	총소요비용 (B+D)
	1모 (기)작	2모 (기)작		증가된 편익(A)	증가된 비용(B)			
중부 내륙	벼	호 밀	5.209	66,050	276,163	210,113	13,351	289,514
		겉보리	5.585	209,959	288,449	78,490	4,987	293,436
	옥수수	쌀보리	5.820	228,758	294,987	66,229	4,208	299,195
		호 밀	6.952	228,758	232,741	3,983	321	233,062
		고구마	6.340	66,150	253,505	187,355	15,091	268,596
	호 밀	3.413	66,150	223,661	157,511	18,449	242,110	

주 : 1. D는 하천부지이용 추가소요비용으로서 탄소가격변동성, 농업소득변동성, 토지이용비용 변동성을 감안한 금액임, 2. 증가된 비용은 간접생산비임, 3. IPCC 2006가이드라인 및 작물의 이산화탄소 고정량 산출법에 의해 탄소상쇄량을 산출하였음

3) 환경적 추가성 시나리오별 탄소소득 추정

UN CDM 이사회의 온실가스 저감 방법론에 충족되는 농경지 탄소고정 방법은 일반적으로 무경운 농경방식에 의한 이모작 재배라 할 수 있다. 이를 산림 조림 또는 조림 사업과 마찬가지로 국내 농업 분야에서 적용 가능한 방식으로 전환시켜야 할 것이다. 그 대표적인 방식이 하천구역 농경지에서 친환경농업을 유도함으로써 비료와 농약 사용을 억제하는 것이다. 이러한 방식은 친환경 이모작 재배를 통해 농약과 비료의 유입 차단 효과를 가져 온다는 측면에서 탄소시장의 환경적 추가성 기준에 적합하다.⁵⁾ 이와 같이 하천부지 등 유휴 토지를 이모작 재배 단지로 이용하는 것은 “30만 톤CO2 미만의 소규모 CDM 사업”에 접근하기 위한 방안이 될 수 있다.

이를 자세히 살펴보면 다음 (표 18)과 같다. 10a당 3톤, 5톤, 6톤의 탄소상쇄를 가정하여 고구마, 벼, 옥수수와 관련된 이모작 재배를 한다면 최대 75천톤에서 최소 37천톤의 탄소를 상쇄시킬 수 있다. 이때 예상되는 탄소소득은 최대 1,158백만원에서 최소 579백만원으로, 이를 20년간 고정수입으로

4) 국제사회에서 온실가스 저감사업을 책임지고 있는 UNFCCC에서 농경지 탄소고정 방법론을 어떻게 공인해주느냐에 따라 차이가 날 수 있다. 그럼에도 불구하고 CDM 이사회에서 논의중에 있는 정책 CDM을 가정한다면 앞으로 하천부지 탄소고정 방법은 시카고 거래소(CCX)에서 인정하는 무경운 농경방식으로의 시범전환도 고려해봐야 할 것이다. 또한 CDM사업 승인조건 중에 하나는 경제적 추가성이며, 이는 투자 대비 수익을 비교했을 때 투자타당성을 상실한 사업에 한정하고 있다(박영진외, 2009).

5) 일반적으로 맥류는 토양유실 감소, 유기성 폐기물 소화효과를 가지고 있음(하용웅, 2000)

환산하면 최대 231.6억원에서 최소 115.8억원으로 추산된다.

표 18. 하천부지 조성규모 시나리오별 연간 탄소 CERs 규모 (단위 : ha, 톤, 천원)

탄소상쇄량 및 탄소배출권	조성규모		전체면적 (100%)	시나리오 I (전체면적의 10%)	시나리오II (전체면적의 20%)	시나리오III (전체면적의 30%)	시나리오IV (전체면적의 50%)
	대상 작부		1,258.6ha	125.9ha	251.7ha	377.6ha	629.3ha
탄소 상쇄량 (톤)	10a당 3톤 상쇄	고구마	37,758	3,776	7,552	11,327	18,879
	10a당 5톤 상쇄	벼	62,930	6,293	12,586	18,879	31,465
	10a당 6톤 상쇄	옥수수	75,516	7,552	15,103	22,655	37,758
CERs 확보금액 (천원)	10a당 3톤 상쇄	고구마	566,370	56,637	113,274	169,911	283,185
	10a당 5톤 상쇄	벼	943,950	94,395	188,790	283,185	471,975
	10a당 6톤 상쇄	옥수수	1,132,740	113,274	226,548	339,822	566,370
CERs 추가확보 금액(천원)	10a당 3톤 상쇄	고구마	13,027	1,303	2,605	3,908	6,513
	10a당 5톤 상쇄	벼	21,711	2,171	4,342	6,513	10,855
	10a당 6톤 상쇄	옥수수	26,053	2,605	5,211	7,816	13,027
CERs 총확보 금액(천원)	10a당 3톤 상쇄	고구마	579,397	57,940	115,879	173,819	289,698
	10a당 5톤 상쇄	벼	965,661	96,566	193,132	289,698	482,830
	10a당 6톤 상쇄	옥수수	1,158,793	115,879	231,759	347,638	579,397

주 : 1. CERs 추가확보금액은 탄소가격 변동성 2.3%를 적용하여 산출하였음
 2. 탄소 거래가격은 톤당 15달러/톤 기준으로 산정하였음.

4) 이모작 재배 하천부지 조성사업의 탄소시장 접근전략

UN CDM 이사회에서 인정하고 있는 “농경지 탄소고정 CDM사업”을 국내 실정에 맞게 체계화 시킬 필요가 있다. 이를 위해 먼저 대상 농경지와 사업목표, 추진과제, 추진방법 등을 설정해야 할 것이다. 우선 어느 시장에 이 사업을 적용하느냐에 따라 사업추진방식이 달라진다. 다시 말해서 의무적 감축시장이나 자발적 감축시장이나에 따라 달라지며, 개별농민 추진방식이나 공동사업접근방식이나에 따라 사업목표가 달라진다고 할 수 있다. 그러한 측면에서 “이모작 재배 하천부지 조성사업”의 탄소시장 접근전략을 살펴보면 다음 (그림 2)와 같다.

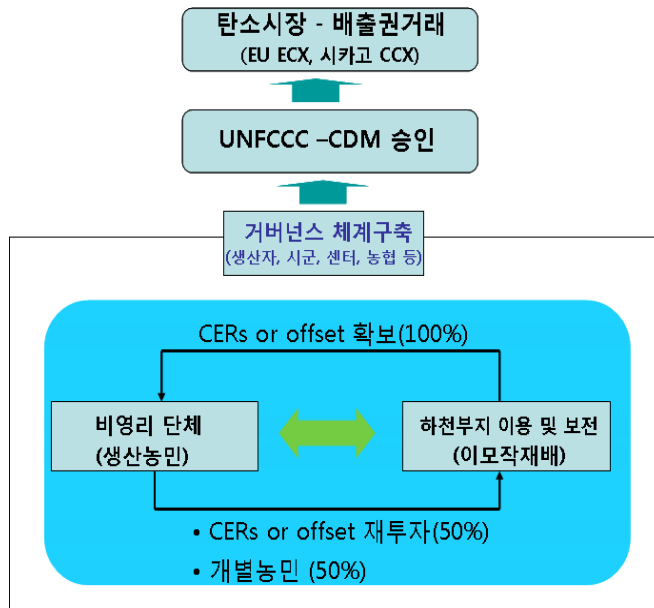


그림 2. 이모작 재배에 의한 하천부지 유지보전 및 농가소득화 전략

먼저 하천부지의 지속가능한 이용을 위해 「이모작 재배 무경운 농경방식」이라는 원칙을 가지고 사업을 접근해야 할 것이다. 다음으로 「농민조직화」이다. 개별 농민이 탄소시장에 접근한다는 것은 어려운 일이다. 이를 위해 농민이 중심이 된 비영리 단체 출범이 요구된다. 이와 같은 두 가지 원칙을 기초로 탄소시장에 접근하여 탄소배출권 CERs 또는 오프셋(offset) 거래기반을 마련하고, 나아가서 확보된 배출권이 “하천부지 보전 및 이용 관리”에 사용될 수 있도록 거버넌스 체계를 구축할 필요가 있다. 운영방식은 탄소배출권을 기금으로 적립 운용하거나 농가에게 배출권 수익을 균등 배분하여 소득 안정기반을 마련하도록 정책의 가이드라인과 이모작 재배 기반조성 과제를 정립 체계화시켜야 할 것이다(그림 2, 표 19).

표 19. 하천부지 이모작 재배 기반조성 과제

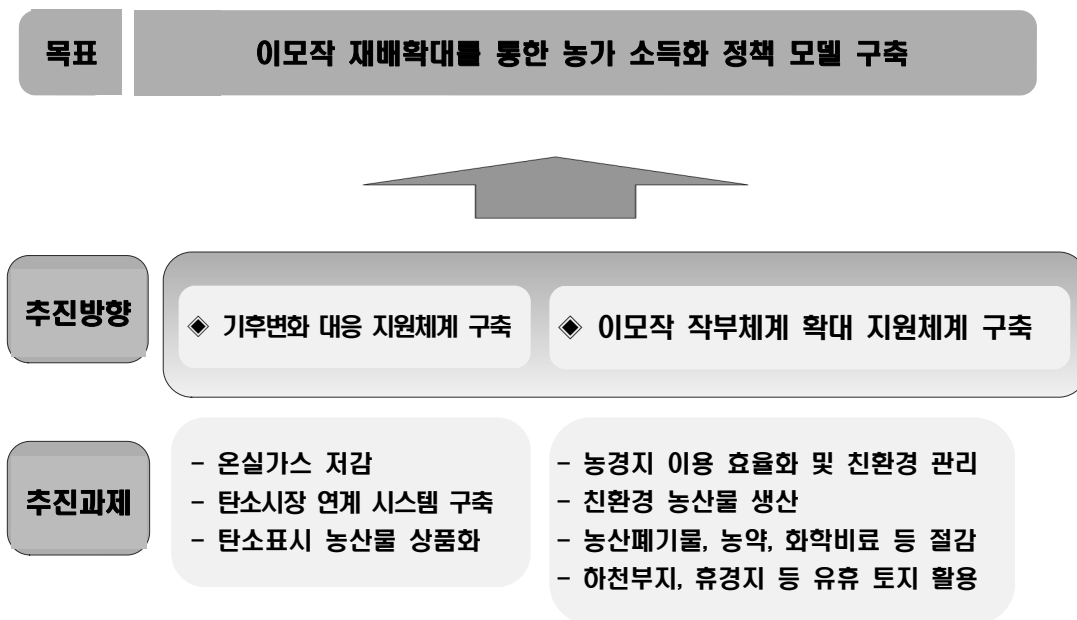
주요추진과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동계작물을 적기에 파종할 수 있도록 품종을 개발하거나 종자수요를 예측하여 사업규모를 경제성 있게 설계 ○ 녹비품종의 국산화와 종자공급지원체계의 선진화 ○ 야생조수와 잦은 강우에 대비하여 수확시기, 파종시기에 대한 합리적인 기술체계를 강구하여 상품성이 향상될 수 있도록 지역적 기반 구축 ○ 무경운 재배, 벼 수확 동시 보리파종, 배토 및 피복작물 재배, 호밀간작 피복 기술, 조숙재배 기술 등에 대한 보급 및 사업화 추진
--------	--

마. 농가 소득화를 위한 이모작 재배의 바람직한 정책지원 체계

1) 정책지원 기본방향 및 목표

지금까지 이모작 재배에 따른 경제성과 탄소가격 변동성에서 오는 경제적 추가성 그리고 탄소시장 접근방안으로서 “하천부지 이용 및 보전방안”을 분석하였다. 이를 고려하여 향후 이모작 재배를 장려하고 농가소득화 할 수 있도록 정책적 체계를 갖출 필요가 있다. 즉, 가이드라인에 담을 수 있는 목표, 추진방향과 추진과제에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 먼저 이모작 재배를 통해 농경지가 친환경적으로 관리되고 동시에 농가의 소득도 보장되는 방향으로 정책적 목표를 두어야 할 것이다. 다음으로 이모작 재배가 확대 활성화 될 수 있도록 농경지이용의 효율성과 친환경적 관리 등 기술적 경영적 여건을 검토 보완하고, 나아가서 이산화탄소 흡수기능 증진 이모작 작부체계가 탄소배출권(CERs)과 연계될 수 있도록 기후변화대응 지원체계를 구축할 필요가 있다. 특히 이모작 재배를 통해 농경지가 친환경적으로 관리되고 동시에 농가의 소득도 보장되는 방향으로 정책적 목표가 달성되도록 필요한 조치를 마련해야 한다(아래 그림 3 참조)

그림 3. 정책지원 추진방향



2) 정책지원체계

이모작 재배를 통해 환경적 추가성, 경제적 추가성이 확보될 수 있도록 정책적 지원체계를 마련할 필요가 있다. 대표적인 방식이 아래 (표 20)과 같은 직접지불방식(Green Box)이다. 이와 같은 직접지불방식은 이모작 재배를 하거나 하천부지와 같이 유휴토지를 이용하는 농가 또는 마을에 대해서 고정형 보조금과 변동형 보조금을 지원하는 방식이다.

표 20. 이모작 재배 정책 지원체계

구분	검토방향
(1) 도입취지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화에 따른 이모작 작부체계 도입 필요성 증대 ○ 이모작 작부체계 도입에 따른 비용상승에 대한 지원강구
(2) 지원대상	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이모작 작부체계를 도입한 지역(마을) 또는 농가 ○ 무경운 농경방식을 실천하는 마을 또는 농가 ○ 하천부지, 휴경지 등 유휴지 활용 농가 또는 마을
(3) 적용방식*	
(4) 타직불제 정책과의 관계	○ 친환경농업직접지불제, 경관보전지역 직접지불제 ⇒ 양자병행
(5) WTO협정과의 관계	○ 허용보조정책(Green Box)
(6) 발동 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역별 탄소흡수 경영모형 도입 ○ 이모작 경영의 소득 및 탄소가격 변동을 발동요건으로 하는 방안고려
(7) 시행 시기	○ 2013년 (포스트 기후변화협약 시기) 이후

주 : 고정형 보조금은 탄소흡수 작부체계도입 후 발생하는 영농추가비용 보상을, 변동형 보조금은 탄소가격과 농업소득 변동에 따른 소득보전율을 적용한 보조금임

3) 추진방안

이모작 재배를 통해 탄소소득도 확보하고 지역 농경지의 친환경 관리 및 농업환경 개선에 기여할 수 있도록 정책적 지원체계를 갖추어 나갈 필요가 있다. 하나는 지원정책의 단계별 접근방안이고, 나머지 하나는 사업화 협력체계 구축이다. 먼저 단계별 접근방안 측면에서 살펴보면, 1단계로 생산기반 조성 → 2단계로 경영기반 조성 → 3단계로 경영환경 대응 등 3단계로 접근할 필요가 있으며 그 내용은 다음 (표 21)과 같다.

표 21. 지원정책의 단계별 접근방안

핵심요인	단계별	추진내용
생산기반	기반기술체계 확립 (1단계, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> 동계작물을 적기에 파종할 수 있도록 품종을 개발하거나 종자수요를 예측하여 사업규모를 경제성 있게 설계 녹비품종의 국산화와 종자공급지원체계의 선진화 야생조수와 잦은 강우에 대비하여 수확시기, 파종시기에 대한 합리적인 기술체계를 강구하여 상품성이 향상될 수 있도록 지역적 기반 구축



생산기반	기존사업 개선 (2단계, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> 벼 수확 동시 보리파종, 배토 및 피복작물 재배, 호밀간작 피복기술, 조숙재배 기술 등에 대한 보급 및 사업화 추진
------	------------------------	--



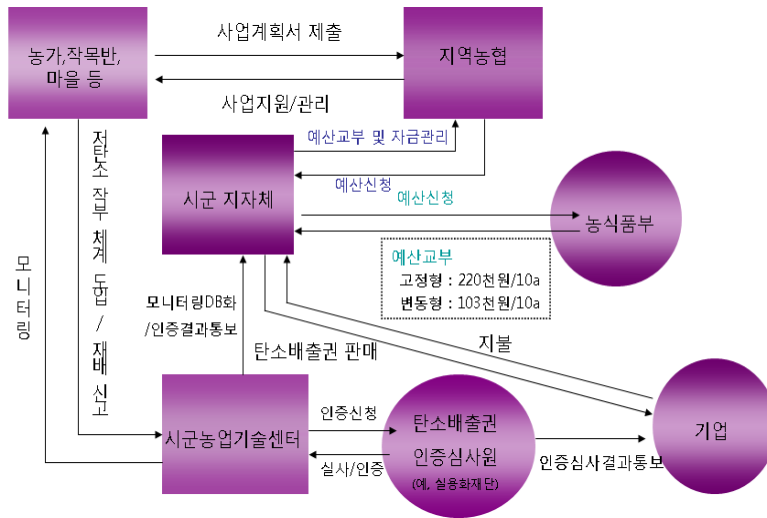
경영기반	사업추진 인프라구축 (3단계, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> 토양관리 및 노동력 증대가 예상되는 생산공정에 대한 지원시스템 구축 농가 간 또는 마을내 생산, 판매협업체계를 구성할 수 있도록 사업 장, 시설투자 등 지원 시스템 구축 생산자, 시군(농업기술센터), 농협, 기업 등 거버넌스체계 구축
------	---------------------------	--



경영환경	지역농업 전략적 육성 (4단계, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> 저장, 세척, 큐어링, 제분시설 등 농산물가공·저장시설을 설치확대 하고, 다양한 농산물을 가공 상품화할 수 있도록 품제조시설, 포장 및 디자인장비를 지원할 수 있는 지역전략체계 구축(저탄소 상품화) 탄소배출권 연계시스템 구축
------	----------------------------	--

주 : 1. 손실작부는 고정형 보조형태로, 수익형 작부는 변동형 보조형태로 각각 나누어 지원하되, 1단계~2단계에 대한 사업적 지원 성격임, 2. 핵심요인은 특성화단지 조성 핵심요인 분석결과임
다음으로 농민, 지방자치단체, 농협, 농업기술센터 등 지역 거버넌스의 틀 속에서 공동 사업화 협력체계를 마련해야 할 것이다(그림 4).

그림 4. 주체별 사업화 협력체계



- 주 : 1) 경종부문(하/동계작물)에 대한 탄소 국가고유계수의 공식적 사용을 전제로 함
- 2) 예산교부는 시설장비를 제외한 작물재배에 대한 지원금액임

4. 적 요

본 연구에서는 국제 탄소시장과 연계하여 이모작 재배의 환경적 추가성과 경제적 추가성을 분석하고 향후 농가소득으로 연계시키기 위한 추진방안을 제시하고자 수행하였으며 연구결과는 다음과 같다.

가. 경기도에서는 지역별로 차이가 나지만 대부분 벼, 콩, 옥수수, 고구마 등을 단작으로 재배하거나 호밀, 쌀보리 등을 일부 후작으로 재배하고 있음. 그러나 조숙재배, 추파시기 일실 등 기술적 경영적 제약 때문에 옥수수-콩, 고구마와 연계된 동계작물 재배가 확대하지 못하고 있는 실정임. 그럼에도 불구하고 이모작 재배에 대한 지역농업 영향력과 기술수용 가능성은 높아지고 있음.

나. 현실적으로 제한 된 작부체계도 있지만 이모작 재배의 탄소상쇄 측면에서 고려해 볼 때 이모작 작부체계의 탄소상쇄 효과는 상당히 큰 편임. 이를 각각 살펴보면 노지팥옥수수-쌀보리가 69.52톤으로 가장 높으며, 다음으로 노지팥옥수수-겉보리 67.17톤, 노지팥옥수수-호밀 63.4톤 등의 순임. 또한 작부체계 전환 측면에서 긍정적인 변화가 크게 예상되는 작부체계는 콩-쌀보리, 벼-겉보리 등으로, 콩-쌀보리의 환경적 추가성이 가장 높음.

다. 그러나 이모작 재배에서 발생하는 증가된 비용과 증가된 편익을 구조화하여 비교 평가하면 영농비용이 더 증가할 가능성이 높음. 이는 이모작 재배가 CO2 1톤을 상쇄하는 데 투입되는 영농비용이며, 이때 비용은 10a당 20,361원임.

- 라. 이를 작부체계별로 살펴보면 탄소생태에 따른 비용효과는 공통적으로 벼-호밀 작부 체계의 영농 비용이 가장 높으며, 중부내륙지역의 옥수수-호밀 작부체계, 중북부내륙지역의 고구마-호밀 작부 체계, 서해안지역의 콩-쌀보리 작부체계 등의 순임.
- 마. 이를 탄소시장과 연계하여 탄소가격이 변동되는 폭을 가늠하여 살펴보면, 추가적으로 발생하는 탄소소득(CERs)은 톤당 15달러 기준에서 옥수수-호밀·보리 작부체계가 10a당 약 2,292원으로 가장 높으며, 다음으로 쌀-호밀·보리 1,916원, 옥수수-무배추 1,849원 등의 순임.
- 바. 결과적으로 이모작 작부체계의 영농추가비용이 추가 탄소소득 CERs를 상쇄하지 못하므로 경제적 환경적 추가성 조건에 맞게 지역 사업화를 전개할 필요가 있음.
- 사. 이에 대한 구체적인 전개방법을 살펴보면 다음과 같음. 우선 UN FCCC의 온실가스 저감 방법론에 충족되는 「농경지 탄소고정 방법」을 기본 베이스로 두고 이모작 재배의 지역도입을 검토할 필요가 있음. 다음으로 하천생태환경기능의 지속적인 보전 관리 측면에서 하천부지를 지역의 친환경 이모작 작부체계 속에서 연계 활용할 필요가 있음. 이 방식은 영농비용 측면과 이산화탄소 흡수 및 환경 정화효과 측면에서 경제적 추가성 원리와 환경적 추가성 원리에 충족되는 방식임. 이때 예상되는 탄소소득은 최대 1,158백만원에서 최소 579백만원으로, 이를 20년간 고정수입으로 환산하여 추산하면 최대 231.6억원에서 최소 115.8억원이 예상됨. 마지막으로 지역에서 체계적인 접근이 가능하도록 「이모작 재배 무경운 농경방식」과 「농민조직화」의 원칙을 거버넌스 체계의 기본 틀로 구축할 필요가 있음.
- 아. 이상의 분석결과를 바탕으로 정책적 지원체계를 제시하면 다음과 같음. 첫째는 목표와 추진방향 그리고 추진과제 및 협력체계를 바람직하게 구축하는 방안임. 둘째는 이모작 재배를 통해 농경지가 친환경적으로 관리되고 동시에 농가의 소득도 보장되는 방향으로, 지원 체계를 유기적으로 구축하는 방안임. 셋째는 농민, 농업기술센터, 농협 등이 모두 참여하는 지역 협력체계를 구성하여 운영하는 방안임.

5. 인용문헌

- 경기도, 2008, 농정국 내부자료.
- 김충국의 5인, 2000, 세부권역 구분 및 권역별 작부체계 유형분석, 작물시험장
- 국립환경과학원, 2007, 대기오염물질 배출량 산정방법 편람
- 국토해양부, 2009, 홈페이지 자료
- 농림수산식품부, 2009, 농식품분야 녹색성장 중점전략 기술과 R&D 지원전략 심포지움

노기안의 5인, 2008, 한국농경지 온실가스 배출량 평가 및 대응전략, 농업부문 기후변화 대응전략 국제 심포지움, 농촌진흥청

박영진의 2인, 답리작 조사료 생산의 경제적 가치 추정, 2009, 농업경영·정책연구 36(2), pp 394-417.

이정택외 4인, 2008, 기후변화협약 관련 농업분야 탄소흡수원에 관한 연구, 농촌진흥청

통계청, 2008, <http://www.kosis.kr/>

최동진, 2005, 효율적인 하천 유지관리 방안, 경기개발연구원

하용웅, 2000, 보리, 농촌진흥청 작물시험장

한국농촌경제연구원, 2009, 기후변화 대응 농업부문 녹색성장 전략

한국농촌경제연구원, 2009, 농업부문의 기후변화 적응 방안

EU ECX, 2009, <http://www.europeanclimateexchange.com/>

6. 연구결과 활용제목

- 한강 국공유지 하천구역 농지내 탄소흡수작물 영농단지 조성건의(2009, 시책건의)
- 기후변화대응 이모작재배 확대를 위한 보조지원 건의(2009, 시책건의)

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도	
						08	09
1) 경기지역 온실가스 상쇄 작부체계 모형 개발 및 농가 소득화 방안	책임자	농업기술원 작물개발과	농 업 연구사	이진홍	세부과제총괄	○	○
	공동연구자	농업기술원 환경농업연구과	농 업 연구관	강창성	자료검토	○	○
	공동연구자	농업기술원 작물개발과	농 업 연구사	최병열	자료조사	○	○
	공동연구자	농업기술원 환경농업연구과	농 업 연구관	이경중	자료검토	○	○
	공동연구자	농업기술원 소득자원연구소	농 업 연구관	김희동	방향제시	○	○