

※ 다수확을 위한 지력증진

퇴비보다 질소고정능력 258배 증가돼

— 벧짚 시용과 객토효과

농촌진흥청 농업기술연구소 토양물리과장·農博 엄 기 태

총면적의 67%가 저위 생산지

지력이란 작물의 생육에 필요한 물, 영양분(질소, 인산, 칼리 기타 무기물) 등을 간직하고 공급할 수 있는 능력이라고 말할 수 있다. 따라서 작물을 재배하였을 때 식물영양분을 어느 정도 공급할 수 있으며 작물의 성장과 수량을 어느 정도 올릴 수 있는가에 따라 지력이 높다는가 낮다는가 하는 것이다.

우리나라 논토양 1,268천ha를 조사하여 본 결과 수량이 비교적 높은 보통 논이 총논면적의 33%에 해당되는 413천ha에 불과하고 나머지 67

%인 855천ha는 수량이 떨어지는 논 즉 저위생산성인 논이었다. 다시 말하면 지력이 비교적 높은 논이 매우 적고 지력이 낮은 논이 상당한 면적을 차지하고 있었다.

지력이 낮은 원인은 여러 가지가 있으며 그중 뚜렷한 원인은 토성이 사질(모래)이어서 물빠짐 속도가 빨라 양분의 용탈이 심한 논과 유기물의 함량이 적어서 토양 구조가 불량하고 양분 보존 능력이 적어 작물의 생산력을 높일 수 없는 토양이 많다. 또한 간척년대가 오래되지 않아 염해를 받는 논과 지하수가 높아 항상 표토까지 물에 잠겨 작물의 생육이

불량한 고논(鹽澗) 및 유화물의 집적으로 극히 산성을 나타내어 작물이 잘 자라지 못하는 특이 산성 논외 분포가 있어 지력이 매우 떨어지는 경우가 있다.

이와 같이 여러가지 원인으로 작물생육이 불량하여 수량이 떨어지는 토양이 많으나 그중 유기물의 함량이 적어서 토양구조가 불량하고 양분보존능력이 낮아 작물의 생산력을 높일 수 없는 토양에 대한 볏짚사용으로 지력을 높이는 방법과 모래논이여서 물빠짐 속도가 빠르므로 양분의 용탈이 심한 논에 객토를 실시하여 지력을 증진시키는 대책에 대하여 설명하고자 한다.

볏짚사용에 의한 지력증진

가. 볏짚사용의 목적

腐植함량 높여 肥効提高

볏짚을 논에 사용하는 것은 흙의 부식함량을 높여 식물영양분과 함께 토양질소를 증가시킬 뿐만 아니라 식물영양분을 흡수, 저장하여 그 용탈을 줄이는 동시에 미생물의 번식을 촉진하여 공중질소를 고정하므로 지력을 유지 증진하여 적은 양의 비료로도 많은 수량을 올릴 수 있다.

뿐만 아니라 부식은 작물이 성장하는데 흙의 성질을 알맞게 만들어주고 흙의 온도를 적당히 유지해 주며 물과 양분을 적당히 간직할 수 있는 능력을 갖게 하여 주므로 볏짚의 사용으로 지력을 높이고자 하는 데 그 목적이 있다.

나. 볏짚의 특징

분해쉬운 유기물 많이 함유

볏짚은 일반적으로 퇴비나 구비(厩肥)의 경우와 같이 유기물로서의 효과가 있다. 그러나 퇴비나 구비와 다른 것은 분해나 부숙(腐熟)을 받지 않았으므로 볏짚은 분해되기 쉬운 많은 량의 유기물을 함유하고 있다. 볏짚이 분해되는 양상은 여러가지 환경조건에 의하여 다르며 그 때문에 사용효과도 좋을 경우가 있고 나쁠 경우가 있다. 예를 들면 토양의 종류, 지온의 높고 낮음, 물빠짐 속도가 빠르고 느린 정도 등에 따라 사용효과가 좌우된다.

중합비료 효과 나타내기도

또한 볏짚은 퇴비나 구비와 같이 비료 양분을 함유하고 있으며 일종의 중합비료로도 볼 수 있다. 볏짚에 함유되어 있는 비료양분은 토양

◎ 벼짚 시용과 객토효과 ◎

의 종류나 지역성 또는 시비량등 여러가지 조건에 따라서 다르나 일반적으로 양분 함량이 높은 비옥한 토양에서 생산된 벼짚의 양분 함량은 척박한 토양에서 생산된 것보다 높은 경향을 보이며 비료적 효과로도 퇴구비(堆厩肥)의 경우와 같다.

다. 벼짚의 시용방법

濕畚 · 고냉지논엔 쓰지 말아야

벼짚 시용대상지를 논토양 유형별로 보면 보통논, 도래논 및 미숙논 등이며 물이 항상 고여 있는 고논(濕畚), 염해논, 특히 산성논과 해밭이 높은 산간 고냉지에 위치한 논은 제외되어야 한다.

벼짚시용 시기는 추수 후 땅이 얼기 전에 시용하는 것이 바람직하며 시용하고는 반드시 갈아서 땅속에 깊이 묻혀 충분히 부숙되도록 하여야 한다.

모를 심을 때 충분히 섞지 않은 벼짚이 있으면 작업이 곤란할 뿐만 아니라 모를 낸 후에 유기물이 부숙하기 시작하면 이때 발생하는 유해 유기산으로 인한 벼뿌리의 발육에 지장을 줄 뿐만 아니라 벼짚은 탄소율이 크기 때문에 질소함량이 적어 토양 중에서 분해되는 경우 토양 중

의 유효질소가 미생물에 의하여 소모되므로 질소가 모자라게 되어 벼가 잘 자라지 않게 된다.

모내기 전에 완전부숙되도록

시용량은 물론 그 논에서 나오는 벼짚은 그대로 전체를 환원해 주는 것이 좋으나 보통 10a당 400~500kg를 기준으로 시용하고 있다. 이 양은 벼를 보통으로 재배하였을 때의 10a당 생산되는 벼짚의 70~80%에 해당된다. 그리고 벼를 탈곡할 때 나오는 볶더기나 벼를 도정할 때 나오는 왕겨도 벼짚과 같이 논에 환원하여 주면 역시 유기물의 급원이 된다.

벼짚은 생산지에 전량 환원해야

논에 벼짚을 시용할 때는 반드시 잘게 끊어서 골고루 뿌리고 논갈이를 해서 벼짚이 땅속에 묻히도록 해야 한다. 만일 벼짚을 그대로 논에 갈게 되면 논갈이를 할 때 서로 엉켜서 작업이 곤란할 뿐만 아니라 갈이를 한 다음에도 땅 속에 묻히지 않아 벼짚이 잘 썩지 않으므로 봄에 벼짚을 시용한 결과와 같다.

라. 벼짚의 시용효과

배수 불량한곳 오히려 해로워

토양의 종류에 따라서 벚짚시용효과는 크게 차이가 있다. 일반적으로 하층에 이탄층(泥炭層)이 있는 토양이나 연층 물에 잠겨 있는 고논과 같은 토양인 경우는 벚짚시용 효과가 적으므로 잘 부숙된 퇴비나 구비를 사용하는 것이 좋다. 그러나 토양배수가 좋은 논에서는 그림 1과 같이 벚짚시용 효과가 있다.

그림 1에서와 같이 토양배수가 불

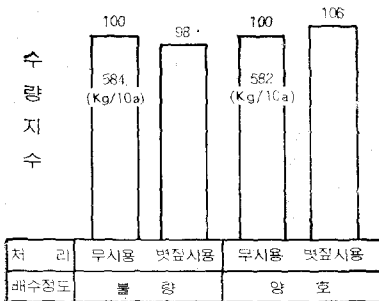


그림 1. 배수정도별 유기물 사용 효과('76 : 농기연)

표 1. 벚짚연용 3년 후의 논토양 물리성

벚짚시용유무	삼상분포(%)			공극량 (%)
	고상	액상	기상	
무시용	48.8	43.2	8.0	51.1
시용(가을)	42.0	49.2	8.7	57.9

※ 일본 도야마현 농지

량한 논에서는 오히려 수량이 떨어지는 경향이나 토양배수가 양호한 논에서는 벚짚의 시용으로 증수 효과가 있었다.

그리고 벚짚시용은 표 1과 같이 작물생육에 알맞는 토양의 물리성으로 개량한다. 즉 벚짚시용으로 고상이 줄어들고 액상과 기상이 높아지며 공극량이 증가되므로 통기 및 통수성이 좋아진다.

장시간 시용효과 매우 좋아

벚짚시용효과는 당년보다는 장기간 연용할수록 그리고 시용량이 많을수록 수량이 증대되며 그림 2는 4년간 벚짚을 연용한 효과로서 당년에 비해 4년째는 수량이 증가됨을 알 수 있다.

벚짚, 질소 고정량 258배나 돼

또한 벚짚시용은 신선한 탄소원의 공급으로 질소의 고정력을 증대시켜 지력을 높이는 데 기여하고 있다. 그림 3에서와 같이 퇴비를 사용한 논에서보다 벚짚을 사용한 논에서는 질소의 고정량이 258배의 효과가 있다.

많은 시용량일수록 증수 커

벚짚시용량은 어느 정도로 하느

◎ **볏짚 사용과 객토효과** ◎

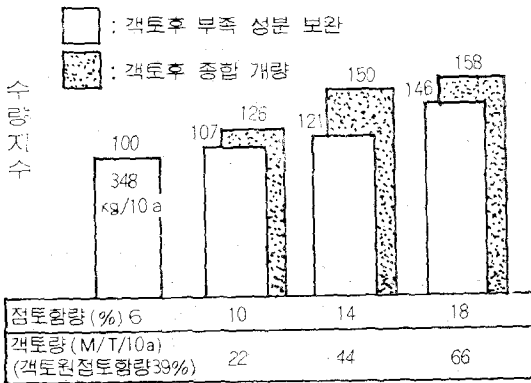


그림 2. **볏짚연용 효과('76, 농기연)**

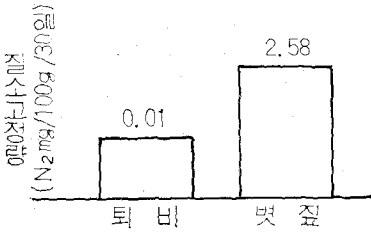


그림 3. **질소고정력 증대('76 농기연)**

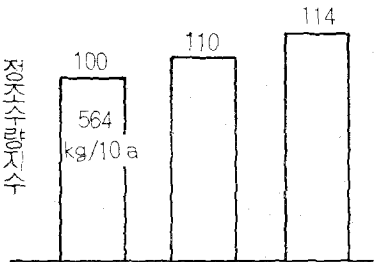


그림 4. **볏짚사용량별 증수효과 ('76, 농기연)**

나는 지역, 토양종류, 토양배수 조건, 또는 볏짚을 사용하는 시기 등

에 따라서 다르나 일반적으로 토양배수가 양호하고 한명한 산간지를 제외하면 볏짚을 적게주는 것보다 많이 주는 것이 효과가 있는 것으로 알려졌다. 그림 4는 300kg/10a보다 600kg/10a를 사용한 것이 증수효과가 있었다.

너무 많으면 뿌리에 생육장해

그러나 볏짚을 무한정 많이 사용하는 것도 좋지 못하다. 왜냐하면 많은 양의 볏짚을 사용하면 토양 중에서 분해될 때 발생하는 많은 양의 유기산으로 벼뿌리 생육에 장애가 있으므로 적량은 10a당 400~500kg로 하고 있다.

이외에 볏짚을 사용하면 양분보존능, 치환성염기함량 및 염기포화도가 증대될 뿐만 아니라 토양의 완충작용을 증대하게 된다.

객토에 의한 지력증진

가. 객토의 목적

양분용탈 방지, 保水力 증대

논에 객토를 하는 것은 주로 모래논에 점토함량이 높은 식질토의 객토를 의미하며 객토의 목적은 물 빠짐 속도를 줄여 양분의 용탈을 방지하고 양분 보존 능력을 높여 작물 수량을 올리코저 하는 데 있다.

나. 객토대상지 선정

전체 논면적의 29%가 해당

객토대상지는 주로 모래논에 객토를 해야 하나 물이 항상 고여 있는 고논이나 간척년대가 얼마되지 않은 염해는 그리고 유화물의 해를 받는 특이산성논 등에도 객토를 하면 지력증진의 효과가 있다.

그러나 우리나라의 논토양은 모래논 즉 객토를 해야 하는 논이 전체 논면적의 29%에 해당되는 303,683ha나 된다. 이 면적은 우리나라 논토양의 유형별 분류에 의한 모래논 면적 409,902ha보다 106,219ha가 적은 면적으로 사질논중 표토의 토성이 양토인 경우는 객토대상지에서 제외되었기 때문이다. 농수산부 농토배양 10개년 계획에 의하면 객토대상지는 점토함량이 15% 이하로 규정되어 있다.

다. 객토원 설정

철, 규산 함량 높은 산흙종아

객토원은 어느 토양이나 좋은 것이 아니고 양질의 점토 즉 총 표면적이 크고 철이나 규산 함량이 높으며 점토함량이 많은 토양이 좋다. 알려진 바에 의하면 우량객토원은 2:1형 점토의 몬모린(montmorillonite)을 주체로 하는 토양이며 불량객토원은 1:1형 점토의 케오린(Kaolinite) 또는 비정질 점토의 알로판(allophane)을 주체로 하는 토양이다.

우량객토원인 몬모린계의 토양은 질소보존능력이 크므로 시용한 질소의 용탈이 적은 반면에 케오린계나 알도판계의 토양은 질소보존능력이 약하기 때문에 유망(流亡)에 의한 질소의 손실이 크다. 그리고 같은 양의 질소를 시용하였다 할지라도 케오린계의 토양은 몬모린계의 토양보다 토양용액중의 암모늄이온의 농도가 높아 작물의 생육이 순조롭지 않다.

그러나 우리나라에 분포하고 있는 토양은 대부분이 케오린계의 토양이고 영일지역 일부에 몬모린계의 토양이 분포하므로 우량객토원을 선정하기는 어려우나 케오린계의 토양이라 할지라도 철 및 규산함량이 높고 점토함량이 높은 산흙이나 시궁창흙

◎ 밭짚 시용과 객토효과 ◎

을 객토원으로 선정하는 것이 좋다.

불량객토는 오히려 해로워

객토원의 선정에 있어서 문제가 되는 것은 객토대상지가 많은 지역에는 객토원이 없는 경우가 많거나 객토원이 있다 해도 점토함량이 비교적 적은 토양이 많다. 객토원의 분포는 주로 저구릉지, 구릉지 및 홍적대지 등이며 저구릉지나 구릉지에 분포한 토양은 표토에서 100~150cm까지는 우량 객토원이나 그 이하는 잔적층의 모래 즉 미풍화층이므로 불량객토원이다. 이러한 불량객토원은 객토하였을 때 오히려 지력을 떨어뜨리는 경우가 되므로 주의하여야 한다. 그러나 홍적대지에 분포한 객토원이라도 비교적 토양의 깊이에 따라서는 10m 이상 계속 좋은 객토원이 나오는 경우가 많으므로 이러한 지역을 선정하는 것이 좋다.

객토원 토양의 점토함량은 적어도 25% 이상이어야 한다. 점토함량이 적은 객토원으로 선정하여 객토를 하게 되면 많은 양의 객토를 해야 하므로 노력과 비용이 많이 든다.

라. 객토의 량

객토량을 결정하는 것은 객토대상

지의 점토함량과 객토원의 점토함량에 따라서 달라진다. 그리고 객토대상지에 점토함량을 어느 정도의 깊이까지 얼마나 올리느냐에 따라서 달라진다. 일반적으로 작토의 깊이 18cm까지 점토함량을 15%로 올리자면 다음 수식에 의하여 결정하면 된다.

$$\text{객토량} = \frac{18(15 - \text{객토대상지 점토함량}(\%))}{\text{객토원점토함량}(\%)} \times 1.2 \times 10$$

18 : 개랑목표깊이(cm)
15 : 개랑목표점토함량(%)
1.2 : 가비중
10 : 상수

이상의 계산식에서 18cm 깊이까지 15% 점토를 증가할 때 10a당 소요되는 객토량을 보면 표 2와 같다.

표 2. 10a당 객토량
(단위 : 톤)

객토원 대상지 점토	25%	28%	30%	32%	35%
6%	103	88	81	76	67
7	95	83	76	68	61
8	88	76	68	63	56
9	81	68	61	56	50
10	72	59	54	49	43
11	61	50	45	41	36
12	50	41	36	32	29
13	36	29	25	23	20
14	20	16	14	13	11

마. 객토의 효과

양분을 오래 보관할 수 있어

객토에 의한 지력증진 효과는 여러가지 있으며 그중 뚜렷한 것은 물 빠짐 속도를 줄여 양분의 용탈을 방지하는 것이다. 그림 5는 객토에 의한 점토함량의 증가로 감수심(투수량+증발량)이 현저히 감소된 시험 성적이다. 즉 점토함량 6%일 때의 감수심을 100으로 보았을 때 점토함량을 18%로 증가시켜 감수심을 측정하여 보았더니 32.4로 줄일 수가 있었다. 따라서 객토를 하면 양분 보존능력을 높여 시용한 비료의 양분을 오래동안 간직할 수 있어 이 간직한 비료성분을 천천히 방출하여 작물이 필요로 할 때 흡수할 수 있도록 한다.

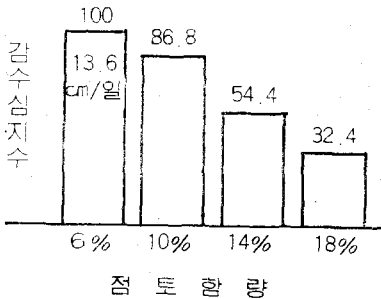


그림 5. 점토함량별 감수심 ('79, 농기연)

몬모린계와 같은 우량객토원으로 객토를 하면 양분보존 능력이 매우 높아지겠으나 우리나라에는 몬모린계와 같은 우량객토원이 적다는 것은 진술하였다. 그러나 일반 산적토를 객토한다 할지라도 양분보존능력은 그림 6과 같이 높일 수 있다.

객토에 의한 종합개량 효과를 보면 그림 7과 같이 점토함량을 올려 주므로 수량이 증수되며 특히 객토 후 부족 성분을 보완하여 준 것보다 종합개량 효과는 뚜렷이 나타났다.

이상과 같이 객토에 의한 지력증진의 효과는 매우 크나 산적토를 객토하였을 때는 산적토 자체에 함유되어 있는 유기물과 인산이 매우 낮으며 토양이 산성이기 때문에 화학성을 개량하지 않고는 오히려 객토 당년에는 수량이 떨어지는 경우가 있으므로 객토 후는 반드시 종합개량과 아울러 토양관리에 특별한 주

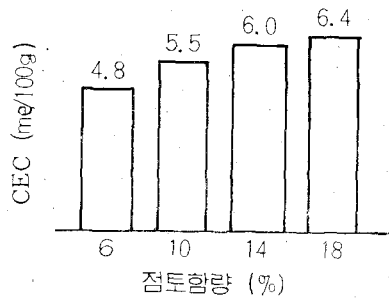


그림 6. 점토함량에 따른 양분보존능 ('81, 농기연)

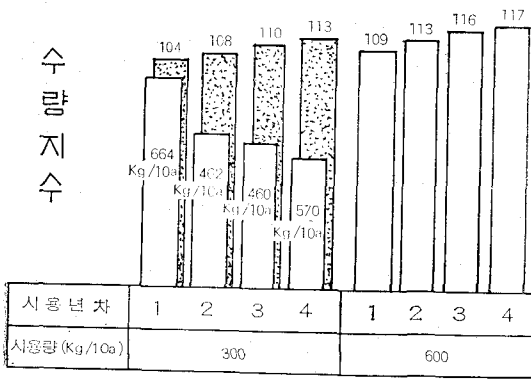


그림 7. 객토함량별 증수효과

의를 해야 한다.

물리성개량 및 양분공급 효과

지력증진방법에는 여러가지 있겠으나 그중 볏짚시용은 토양의 물리성을 개량하여줄 뿐만 아니라 부족

되는 양분의 공급으로 작물생육에 도움을 주며 토양온도를 높여 작물을 보호하여 준다. 그러나 볏짚을 시용할 때는 시용대상지, 시용시기, 시용후 관리 등에 세심한 주의를 해야 한다.

한편 객토는 점토함량을 높여 물빠짐속도를 느리게 하여 양분의 용탈을 방지하여 줄 뿐만 아

니라 양분보존 능력을 높여준다. 객토는 반드시 양질의 객토원을 사용해야 하며 객토로 인한 부족성분(유기물, 인산, 석회등)은 반드시 보충하여 주어야 우리가 기대하는 지력을 높일 수 있다.

(식) (량) (절) (약) (캠) (페) (인)

국민 여러분!

식량은 석유보다 더 귀중한 자원입니다.

아직도 이 지구상에는 5억의 인구가 굶주림에 허덕이고 있고 매년 4천만명이 굶어 죽고 있는 실정입니다.

우리는 한톨의 식량이라도 아끼고 절약합시다.