

사료작물의 연작장해와 그 대책

축산시험장 사료작물과
과장 **한 홍 전**

1. 연작장해의 뜻

연작장해란 동일한 밭에 동일한 작물을 2년 이상 계속해서 재배할 때에, 충분한 비배관리에 불구하고 수량이 떨어지거나 품질이 나빠지는 것을 말한다. 어떤 원인에 의해서든지 간에 연작했을 때 나타나는 모든 장해현상을 넓은 의미의 땅가림(忌地) 혹은 연작장해라하고, 양분부족이나 병충해발생등의 원인이 확실한 경우를 제외하고, 원인이 분명치 않은 경우만을 좁은 의미의 땅가림이라 하여 구분하는 수도 있다. 후자의 경우는 아직도 연구의 대상이 되고 있기도 하다.

연작장해가 있느냐의 여부를 알아내는데는 몇 가지 비교하는 방법이 있다.

첫째, 실용상 농가에서는 과거수년간 그작물을 재배하지 않은 자기소유의 다른밭이나 인근 농가의 밭에서 자란 동일사료작물의 생육 및 수량과 비교하는 방법이다.

둘째, 그밭에 있어서 그 사료작물을 처음 재배했을 때의 수량과 비교할 수 있다. 그러나 여기에는 그해의 기상조건이나 재방방법에서 오는 차이가 포함되기 때문에 실제에는 어려움이 많다.

셋째, 그 지역에서 표준이 될만큼 자랐거나 가장 잘 자랐다고 볼 수 있는 동일종류의 사료작물과 비교하는 방법이 있는데 농가입장에서는 이 방법을 택하는 수가 많다. 그러나 여기에도 밭마다 본래의 지역차이가 있다는 점을 고려

에 넣어야 한다.

2. 연작장해를 나타내는작물

동일한 작물을 연작했을 때에 수량이 감소한다는 사실은 옛부터 논의돼온 일로서 일반적으로 콩과작물, 가지과작물, 오이과작물등에서 연작장해가 많이 인정되었고 완두나 수박은 좀더 심한 것으로 알려져 왔다. “표 1”은 일본에

표 1. 연작장해 실태조사(일본 1970)

작 물 명	연작피해 있음	연작피해 없음	피해 있을 경우 개략의 감수율
순 무	4	1	30%
밀	3	8	30
옥 수 수	3	8	40
고 구 마	3	9	25
유 채	1	2	17
호 박	1	5	20
이탈리안라이그라스	-	2	-
보 리	-	7	-

※ 농가수

서 전국 농가를 대상으로 설문조사한 결과로서 순무를 제외하고는 대부분의 사료작물은 연작의 피해가 없었다고 대답한 경우가 많았고 피해가 있다고 대답한 경우의 감수율은 17~40%로서 옥수수의 감수율이 큰것으로 나타났다. 그러나 일반적으로는 “표 2”에서와 같이 사료작물은 다른 작물에 비하여 연작장해가 적은 편이다.

표 2. 건너짓기를 필요로 하는 년수

구 분	작 품 명
연작피해적은것	벼, 맥류, 수수, 옥수수, 순무
1년건너년기	파, 시금치, 콩
2년건너짓기	마령서, 잠두, 오이, 땅콩
3년건너짓기	토란, 참외, 도마도, 고추

3. 연작장해의 증상

작물을 연작했을 때에 나타나는 두드러진 현상은 작물이 정상적으로 자라오르지 못하고 수량이 감소하는 것이다. 어느정도 생육이 억제 되었을 때 연작장해가 나타났다고 할 것인가는 사람에 따라 차이가 있어서 적게는 2~3% 감소에서 많으면 20%정도 감소되었을 때에 연작피해가 있었다고 보는 경우도 있다.

연작했을 때 나타나는 증상으로는 각 부위의 생육억제 현상을 들수 있는데 일반적으로 토양조건이 악화되므로서 오는 피해의 정도는 뿌리 부분보다는 잎줄기에서 더욱 현저하게 나타난다.

4. 연작장해가 나타나는 경우

1) 연작과 양분수탈

어느기간동안 같은 작물을 계속 재배하면 토양속의 특정한 양분만을 많이 흡수하므로서 토양중에 양분결핍현상을 일으키는데 여기에 다시 동일한 작물을 재배하면 생육은 나빠지고 수량은 떨어진다. 옥수수나 수수를 비롯한 화본과 사료작물은 특히 질소를 많이 빨아내고, 두과목초를 비롯한 일부 작물은 석회와 기타 광물질을 많이 빼낸다. 그러므로 이들 어느 한가지 사료작물만을 계속 재배하면 양분부족에 의한 수량감소가 예상된다.

2) 연작과 토양의 물리성 악화

연작할 때에 토양의 물리성이 악화가 되어 수량이 감소한다는 사실은 많은 작물에서 알려진 바 있다. 「페이지」라는 사람에 의하면 옥수수를

표 3. 10년간 재배한 포장의 토양물리성과 옥수수 수량(페이지 등 1947)

운 작 체 제	토양의 떼알구조 비율(%)	옥수수 종실수량 (kg/10a)
옥수수-귀리-알팔파	53.0	267
옥수수-귀리-스위트클로버	52.2	261
옥수수-귀리-알팔파-알팔파	47.0	300
옥수수-귀리*	40.1	147
옥수수 연작*	23.4	102

※ 잎줄기는 포장밖으로 운반해 냄.

10년간 연작했을 때에는 토양의 떼알구조가 파괴되고 땅이 단단해져서 공기함량도 적어지기 때문에 콩과목초와 돌려짓기 했을 때보다 수량은 현저하게 낮아진다고 했다. 더욱이 우리 일부 농가에서 하고 있는 것처럼 퇴구비도 내지 않고 매년 경운기 로타리로 표면의 흙만을 부순 다음 사료작물을 파종하는 경우에는 연작장해를 더욱 가중시킬수도 있을 것이다.

3) 연작과 병충해발생

한작물을 재배하므로서 발생했던 병원균이 토양에 남아있다가 그 작물을 다시 재배하면 더 많은 병피해를 입는 일이 있다. 사료작물중에서는 비교적 근년에 나타나기 시작한 수단그라스의 매문병을 들수 있다. 이병은 2차수확이후에 크게 만연하여 3차이후의 수량을 기대하기 어렵게 하는 일이 많으며 인근의 다른 수수속작물에게까지 옮겨가는 것을 볼 수 있다.

4) 유독물질의 축적

앞작물의 찌꺼기 혹은 뿌리에서 분비한 독성물질이 토양에 쌓여 있을때 다음작물에 영향을 준다는 사실은 오래전부터 많은 연구에 의하여 밝혀져 왔다. 사료작물과 관련된 연구결과를 간추려 보면 다음과 같다. 즉 앞작물이 배출한 대사물질이 뒷작물의 생육을 억제한다고 보고된 것들이다. 호밀→포도, 호도나무→알팔파, 콜로버→담배, 옥수수→참깨, 수수→참깨, 보리→벼.

5) 토양의 산성화

빛물은 대기중 또는 토양중의 탄산가스를 흡

수하여 약한 산성을 나타내는데 이 빗물의 수소이온이 토양중의 칼슘, 마그네슘, 칼리 및 나트륨 등의 치환성 염기를 빼내고 대치되어 들어가서 토양을 산성화한다. 또한 황산기가 있는 비료를 주는데서도 토양은 산성으로 변하며 작물의 석회흡수에 의해서도 석회함량이 점차 적어져서 역시 토양은 산성화되어간다.

대부분의 작물은 중성 내지 미산성에서 잘 자라고 강산성에서는 잘 자라지 못한다. 토양이 산성으로 변했을 때 수소이온 그 자체의 직접적인 피해도 물론 있지만 산성에서 녹아나오는 알루미늄, 망간, 철분 등의 과잉흡수에서 오는 장애현상도 많은 것이다.

산성토양은 특히 석회의 함량이 낮은 것이 보통인데 이렇게 되면 옥수수는 새로 나오는 잎의 끝이 먼저 나온 잎에 달라 붙은채로 뽑어나오므로 회초리모양으로 말려 있는 경우가 많다. 작물별로 산성토양에 대한 견디는 힘을 표시하면 다음과 같다.

- ① 저항력이 가장 강한 것 ……벼, 귀리
- ② 저항력이 강한 것 ……밀, 조, 옥수수, 수수, 티모시, 벳지, 레드톱, 페스큐, 호밀
- ③ 저항력이 약간 강한 것 ……유채, 피, 무우
- ④ 저항력이 약한 것 ……쌀보리, 완두, 클로버
- ⑤ 저항력이 가장 약한 것 ……겉보리, 자운영, 콩, 레드클로버, 스위트클로버, 알팔파

5. 연작장애를 나타내는 정도

연작의 피해가 있는 작물이라고 한다면 그 작물을 한번만 재배하는 것보다는 여러해 동안 이어짓기 했을 때에 수량은 더욱 적어지는 것은 당연하다. 재배되는 밭의 성질에 따라서도 피해정도는 다르다. 대개 질땅 보다는 모래가 많은 밭에서는 장애현상이 덜 나타나는데 이것은 독성물질이 쉽게 씻겨 내려가기 때문일 것이다. 또한 경사지에서도 연작피해는 적게 나타나고, 토양중에 석회함량

이 많은 밭에서도 연작장애는 적게 나타난다. 토양수분함량이 알맞을 때에는 건조해 있을 때보다 피해가 적으며, 질소비료를 충분히 주므로서 연작피해는 줄일 수 있다.

표4. 사료작물의 연작간 수량지수변화 (측시)

작 물	생초수량지수			건물수량지수		
	1980	1981	1982	1980	1981	1982
옥 수 수	100	82	61	100	88	57
호 밀	100	113	78	100	113	94
귀 리	100	106	99	100	153	133
수단그라스	100	107	38	100	119	56
사 료 수 수	100	108	60	100	162	125

사료작물은 대개 연작피해가 비교적 적게 나타나는 것으로 알려지기는 했으나 작물에 따라서는 상당한 감수가 있는것을 알 수 있다. 「표4」의 성적은 옥수수를 10년이상 장기간 재배한 밭에서 조사한 것이다. 여러가지 작물을 조합하여 재배한 작부체계시험의 수량을 작물별로 분리해서 표시한 것으로서 여기에는 물론 그해, 또는 계절에 따른 기상요인이 많이 포함되었으리라고는 보지만 동일시기에 재배된 다른 사료작물과의 상대비교에서 작물간에 차이가 나타나고 있다. 여기서 옥수수와 수단그라스는 연작 3년만에 대략 40%이상의 수량이 감소하였다. 수단그라스의 경우는 근년에 매문병의 피해때문에 2차 수확 이후의 수량은 기대하기 어려운 경우가 많은 점을 고려하면 쉽게 이해할 수 있을 것이나 옥수수의 수량감소에 눈을 돌려야 할 것이다. 한편 수수, 귀리, 호밀 등은 상당한 수준의 생산성을 유지하고 있다.

6. 사료작물 연작의 불가피성

어느 특정지역의 기후적 또는 토양적 조건 때문에 그곳에 적합한 작물이 한정되어 있기

나 경제적으로 더 유리한 다른 작물이 거의 없을 때에는 부득이 한가지 작물만을 연작하는 경우가 많다. 제주도의 감귤이나 강유역의 땅콩등이 그 대표적인 실례이겠으나 사료작물중에서는 남부지방의 이탈리아라이그라스나 사료용 수수속작물, 그리고 중부이북지방의 옥수수재배등을 들 수 있겠다.

축산농가의 경우 경영상으로 보아 특정작물 이외의 사료작물재배는 생산성이 낮기 때문에 한가지 또는 두가지 작물만을 계속 재배할 수 밖에 없는 때가 많다. 즉 보유하고 있는 경지면적이 작을 때에는 지력의 유지증진을 위한 작부체계는 사료생산성 때문에 실행하기 어려운 때가 많다. 지력증진면을 생각해서는 옥수수나 수수등의 사료작물과 목초와의 윤작이 바람직하기는 하겠으나 목초가 재배되는 동안의 조사료확보에 어려움이 있어서 부득이 옥수수나 수수만을 재배해야 하는 불가피성이 있다. 그러므로 이러한 형편하에서는 뒤에 말하는 적절한 대책을 강구하면서 사료작물을 재배해야 한다.

7. 연작장해의 대책

연작장해를 나타낼때 그 원인을 알 수 있으면 그에 대한 대책을 세우기는 쉽다. 즉 앞작물이 남긴 병충해가 그 원인일 경우에는 병충해의 방제대책을 세우면 되고, 어느 특정한 양분이 모자라서 일어나는 증상일 경우에는 해당 양분을 충분히 보충해 주면 될 것이다. 그러나 기타 유독물질등이 원인일 경우에는 그 제거방법을 알아내기는 그리 쉽지 않다. 보통 연작장해는 몇가지 요인이 복합적으로 작용하므로써 일어나는 경우가 많기 때문에 그 방제대책은 단순하지가 않다. 연작장해의 제거 또는 방제대책으로서의 시비법개선, 토양의 물리적, 화학적 성질을 개선하고 나아가서는 가장 확실한 방법으로서 들

러짓기(輪作)를 한다.

1) 윤작(돌려짓기)의 뜻

연작이란 주로 1년1작을 하되 동일 장소에 매년 동일한 작물을 재배하는 것을 일컫는 말이었으며 1년에 2작물 이상을 재배하는 경우에는 사람에 따라서는 견해를 달리하는 수도 있다. 그러나 같은해 또는 전년에 재배했던 밭에 동일한 작물을 다시 재배하는 경우는 1년에 몇가지 작물을 재배하던지 연작이라 보는 것이 보통이다. 여름작물로서 여러가지 작물을 재배한 다음에 겨울작물로서 매년 호밀을 재배한다면 호밀은 연작된다고 보는 것이다. 특히 담조먹이옥수수 다음에 호밀을 재배하는 작부체계가 보편화되어 있는 농가라면 그 농가의 옥수수나 호밀은 각각 연작된다고 보는 것이다. 사람에 따라서는 이러한 경우를 윤작이라 보는 수도 있다. 돌려짓기는 몇가지 작물을 일정한 순서에 따라 매년 순차적으로 재배하므로써 몇년째인가는 한 작물이 원래 재배했던 제자리에 다시 재배되도록 계획된 순환재배를 말한다.

2) 돌려짓기의 효과

① 경지를 몇개의 구역으로 나누어 각기 다른 사료작물을 돌려짓기하면 일시적인 노동력집중현상이 줄어들고 계절적인 농한기도 없어지는등 노력안배에 좋다. ② 생산시기가 각기 다른 몇가지 사료작물을 연속재배하므로써 년중 자급사료를 안정적이고도 계속적으로 공급할 수 있게 된다. ③ 재배면적에 여유가 있을때에는 알팔파와 같은 목초와의 윤작도 고려할만 하다. ④ 윤작하면 양분의 편중흡수나 특수병해의 많은 발생 또는 토양의 물리성 악화등이 적어지고 생산성은 향상된다.

3) 충분한 비료사용

축산농가의 경우에는 자연적으로 많이 생산되는 가축구비를 전량 사료작물생산포에 환원하면 그만큼 지력이 증진되고 연작 피해를 경감

표 5. 2년간 앞작물의 질소수탈량과 뒷작물수량
(오드랜드, 1933)

앞작물	앞작물의 질소수탈량*	다음작물의 수확량		
		옥수수	사료순무	사료상치
	kg/10 ^a	ℓ/10 ^a	ℓ/10 ^a	톤
옥수수	12.9	672.2	4,978	23.32
조	10.3	827.2	4,236	17.40
사료상치	10.0	881.0	4,458	11.47
귀리	0.5	948.8	5,609	22.90
마령서	0.3	947.0	5,920	32.10
양파	0	891.5	6,719	28.12

* 앞작물의 2년간 수탈량 - 양파의 수탈량

시킬 수 있어서 유리하다.

사료작물을 돌려짓기 할때 옥수수나 수수와 같이 앞작물의 질소흡수량이 많을 때에는 뒷작물의 수량에 영향을 미칠수가 있으므로 충분한 양의 비료를 주어야 한다.

4) 유기물의 사용

농가입장에서 볼때 경지면적에 여유가 있다면 윤작체계내에 목초를 끼워넣으므로써 충분한 유기물 사용효과도 올리는 한편 연작장해도 막을 수 있을 것이다.

목초가 아닌 화분과 사료작물만을 재배하는 경우에는 토양에 남는 뿌리의 분량도 적을 뿐 아니라 생산되는 잎줄기는 사료로서 모두 운반해 내기 때문에 유기물로서 밭에 남는것은 극히 적

다. 이때 퇴구비가 인위적으로 주어지지 않는다면 밭은 쉽게 악화되고 수량은 떨어질 것이다. 그러나 「표 7」에서 보는바와 같이 가축구비를 10a 당 3,000~6,000kg 환원해 주므로써 옥수수와 수수의 수량은 5~86%의 증가를 가져왔으며 더욱이 금비를 주는 양은 표준비료량의 1/2로 줄여도 동일한 수량을 낼수 있는 것으로 나타났다.

표 6. 각 작물의 뿌리무게(풍건물, kg/10^a, 에 하라, 1975)

작물	뿌리무게	작물	뿌리무게
밭벼	155	루핀	158
밀	91	오차드그라스	711
콩	44	라디노클로버	351
유채	91	이탈안라이그라스	631

5) 토양산도의 교정

우리나라 토양은 대부분이 산성을 띄고 있으며 일단 석회사용으로 어느정도 교정되었다고 하더라도 그후 계속해서 일정한 기간마다 추가로 석회를 보충해 주지 않는한 토양은 점차 산성화 되어 간다.

작물조합만으로 토양이 산성으로 변하는 것을 막는다고 하는 것은 어려운 일이고 석회를 주

표 7. 사료작물의 구비 시용량과 건물수량(kg/10^a)

작물	금비시용량 (성분, kg/10 ^a)	구비시용량별(kg/10 ^a)			건물수량지수		
		0	3,000	6,000	0	3,000	6,000
옥수수	질소-인산-칼리						
	20 - 15 - 15	1,898	1,997	2,252	100	105	119
	10 - 7.5 - 7.5	1,799	1,957	2,248	100	109	125
	평균	1,848	1,977	2,250	100	107	122
수수	20 - 15 - 15	1,746	2,151	2,555	100	123	146
	10 - 7.5 - 7.5	1,363	2,000	2,539	100	147	186
	평균	1,554	2,076	2,547	100	134	163

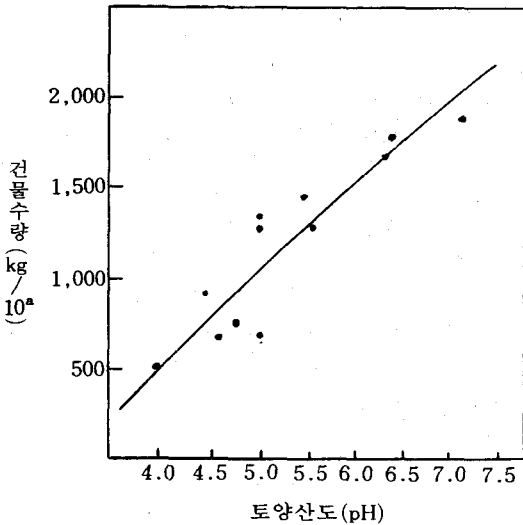


그림 1. 담근먹이 옥수수의 토양산도와 수량 (축시, 1980)

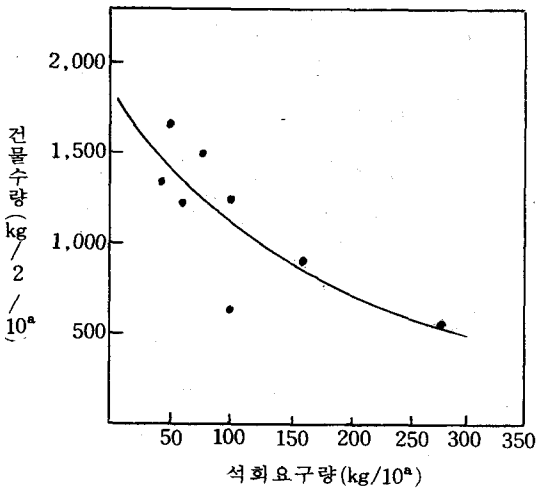


그림 2. 토양의 석회요구량과 담근먹이 옥수수의 건물수량(축시, 1980)

로서 단기간에 교정하는 적극적인 방법을 채택해야 한다. 「그림 1」은 10수년간 옥수수를 재배해온 밭에서 조사한 연구결과로서 토양산도 (pH)와 옥수수 수량과는 거의 직선적인 밀접한 관계가 있음을 보여준다. 즉 강산성 토양에서는 옥수수의 건물수량이 현저히 적고 중성에 가까울수록 많아진다. 동일한 장소에서 조사한 그림 2)는 토양중에 석회가 모자라서 석회의 요구도가 클때에는 옥수수의 건물수량은 적고, 석회함량이 많아서 석회요구도가 적을 때에 옥수수 수량은 현저히 증가한다. 이 두개의 그림은 옥수수를 연작했던 밭의 토양산도를 바로잡아 주므로서 생산성을 크게 증가시킬 수 있음을 증명한 것이다.

6) 병해방제

연작장해의 원인이 되는 토양전염성 병해중에서 가장 피해가 크고 중요한 것은 발토양 중에 널리 서식하고 있는 병원균이다. 각 작물의 입고병이나 세균에 의한 부패성 병해의 대부분이 이에 속한다. 특히 수단그라스의 매문병은 크게 문제시 되는 병해이다. 이들은 약제에 의한 직접적인 방제를 하던가 3~4년간 윤작하므로써 회피하던가 한다.

이상에서 본바와 같이 사료작물은 연작장해가 비교적 적다고는 하지만 옥수수나 수단그라스의 경우는 무시할 수 없는 정도이므로 윤작을 하던가 부족한 비료성분을 충분히 주고 퇴구비를 많이 주므로써 비료공급은 물론 토양의 물리성 및 지력을 증진하고 석회시용에 의한 산도 교정으로 생산성을 계속 높게 유지하도록 노력해야 할것이다.

'86, '88 금메달은 우유로부터!