

질소비료효과성모형을 리용한 부침땅의 생산성평가방법

류철성, 한순옥

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《토지는 중요한 생산수단이며 경제발전과 인민생활의 큰 밑천입니다. 토지관리사업을 잘 하여야 농업생산을 늘이고 인민생활을 끊임없이 높일수 있습니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 33페이지)

부침땅면적이 제한되어있는 우리 나라에서 농업생산을 늘이기 위해서는 농사를 과학 기술적으로 지어 정보당 소출을 최대로 높여야 한다. 농사를 과학기술적으로 짓는데서 부침땅의 생산성을 정확히 평가하고 여러가지 농업과학기술적대책들을 합리적으로 적용하여 실소출을 생산성에 부단히 접근시키는것이 중요하다.

현재 부침땅의 질평가에 주성분분석과 다변량회귀분석 등 통계적해석방법들도 널리 적용되고있다.[1, 4]

우리는 질소비료효과성을 리용한 부침땅의 생산성평가모형을 작성하고 모형의 적합성을 검정하였다.

자료와 방법

자료 부침땅의 생산성평가를 위한 무비료소출모형작성과 비료효과성모형작성에는 지난 1976~2012년까지의 기간에 진행한 500여개의 무비료소출시험자료와 시험지점의 토양조사 분석자료, 질소비료시험자료를 리용하였다. 기상자료로는 1977~2012년까지의 평년기상자료와 년차별기상자료를 리용하였다. 포전별생산성평가에는 제11차 포전별토양조사분석자료를 리용하였으며 필지별평가에는 필지별세부조사분석자료를 리용하였다.

포전단위적합성검정자료로는 포전단위토양조사분석자료의 지력순위지표를 리용하였으며 군단위에서는 리들의 지력순위자료, 지역단위에서는 1977~1990년기간의 군단위별 정보당 질소비료공급량과 정보당 논벼와 강냉이소출자료를 리용하였다.

방법 무비료소출모형과 질소비료효과성모형은 통계적인 수량화분석법에 의한 등급무계 결정법과 회귀분석법을 리용하여 작성하였다.[2, 3]

부침땅의 생산성은 토양조건과 기상기후조건에 따라 결정된다. 그런데 토양조사분석자료는 매 지표별, 포전별변이결수가 크고 그중에는 정성적인 평가지표(질적지표)도 있다. 또한 기상기후자료 역시 년차별변이가 크며 무비료소출시험자료도 한 지점에서 포전별, 년차별로 차이가 있다. 이로부터 생산성평가를 위한 지표설정을 다음과 같은 원칙에서 하였다.

첫째로, 무비료소출과 상관성이 높고 비료효과성에 큰 영향을 주는 요인들을 선발하였다. 둘째로, 토지의 생산성에 미치는 영향의 중복을 피하도록 하였다.

결과 및 논의

1) 무비료소출모형

우와 같은 지표설정원칙에 따라 무비료소출모형지표로 다음과 같은 지표들을 설정하였다.

논토양 질적지표로서 모암, 퇴적양식, 알갱이조성, 토양종, 가동성린함량, 가동성칼리움함량, 량적지표로서 토심, 부식함량, 산도, 10℃이상적산온도, 10℃이상지속일수, 8~9월 해비침률, 5~9월 일교차온도를 설정하였다.

밭토양 질적지표로서 모암, 퇴적양식, 알갱이조성, 가동성린함량, 가동성칼리움함량, 량적지표로서 토심, 경사도, 큰돌 및 자갈함량, 부식함량, 산도, 10℃이상적산온도, 10℃이상지속일수, 년강수량, 7~8월 해비침률을 설정하였다.

선행연구[3]방법에 따라 논, 밭토양에서 설정된 질적지표들에 대한 무게값을 회귀분석으로 얻었다.(표 1, 2)

표 1. 논토양에서 설정된 질적지표들의 무게값

질적지표	구분단위	무게값	질적지표	구분단위	무게값
퇴적양식 (y_1)	잔적층	0	토양종 (y_3)	미분화(저습)	0
	우수성층	0.2		중간분화	0.125
	골짜기층적층	0.2		분화(저지)	0.250
	하성층적층	0.287	가동성린함량 (y_4)	적다	0
	해하성층적층	0.411		보통	0.075
알갱이조성 (y_2)	모래흙	0		많다	0.150
	모래메흙	0.192	가동성칼리움 함량 (y_5)	적다	0
	메흙	0.311		보통	0.05
	질메흙	0.512		많다	0.10
	질흙	0.370			

표 2. 밭토양에서 설정된 질적지표들의 무게값

질적지표	구분단위	무게값	질적지표	구분단위	무게값
퇴적양식 (y_1)	잔적층	0	가동성린함량 (y_3)	적다	0
	우수성층	0.450		보통	0.075
	골짜기층적층	0.490		많다	0.150
	하성층적층	0.736			
	해하성층적층	0.736	가동성칼리움 함량 (y_4)	적다	0
알갱이조성 (y_2)	모래흙	0		보통	0.05
	모래메흙	0.192		많다	0.10
	메흙	0.311			
	질메흙	0.512			
	질흙	0.300			

선행연구[2]방법에 따라 논, 밭토양에서 설정된 량적지표들에 대한 무게값을 수량화분석으로 얻었다.(표 3, 4)

표 3. 논토양에서 설정된 량적지표들의 무게값

량적지표	무게값
토심	$y_6=0.134 \ 5\ln x-0.325$
부식함량	$y_7=0.014 \ 5x^2+0.143 \ 1x-0.117 \ 9$
산도	$y_8=-0.142 \ 2x^2+1.624 \ 5x-4.322 \ 6$
10°C이상적산온도(x_1), 10°C이상지속일수(x_2)	$y_9=0.000 \ 630 \ 52x_1-0.009 \ 361x_2$
8~9월 해비침률	$y_{10}=1.328\ln x-5.102 \ 6$
5~9월 일교차온도	$y_{11}=-0.088x^2+1.636x-7.458$

표 4. 밭토양에서 설정된 량적지표들의 무게값

량적지표	무게값
토심	$y_3=0.568 \ 1\ln x-1.365 \ 1$
경사도	$y_4=-0.159x$
큰돌 및 자갈함량	$y_5=-0.060 \ 3x$
부식함량	$y_6=-0.025 \ 8x^2+0.343 \ 5x-0.245 \ 7$
산도	$y_7=-0.243 \ 4x^2+2.912 \ 8x-8.198 \ 4$
10°C이상적산온도(x_1), 10°C이상지속일수(x_2)	$y_{10}=-0.000 \ 426x_2+2.171\times 10^{-8}x_1^2+2.877 \ 4\times 10^{-5}x_1$
년강수량	$y_{11}=(-0.011 \ 9x^2+22.156x-9 \ 523.6)/1 \ 000$
7~8월 해비침률	$y_{12}=(-20.464x^2+1 \ 640.1x-32 \ 538)/1 \ 000$

논벼와 강냉이의 무비료계산소출은 $y_0=\sum y_i$ 로 얻었으며 시험소출과 계산소출사이의 상관은 각각 $R^2=0.870, 0.859$ 였다.

2) 질소비료효과성모형

농작물의 질소비료효과성은 토양, 기후조건과 시비량에 따라 다르며 작물에 따라서도 차이난다. 때문에 질소비료의 요구성과 효과성이 다른 시비지역별로 다음과 같은 비료효과성모형을 작성하고 비료효과성을 계산하였다.(표 5)

$$f = a_0 + a_1y_0 + a_2N + a_3y_0N + a_4y_0^2$$

여기서 f - 질소비료 1kg당 알곡더난량(t/정보), a_i - 회귀계수, y_0 - 무비료소출(t/정보), N - 질소비료시비량(kg/정보)이다.

표 5. 질소비료효과성모형

시비지역	논벼	강냉이
서해안벌방	$5.931 \ 3y_0-0.956y_0^2-0.004 \ 84N$	$9.114 \ 4-0.051 \ 98y_0-0.081 \ 86y_0^2-0.003 \ 581N$
동해안벌방	$4.058 \ 6+1.585 \ 8y_0-0.263y_0^2-0.002 \ 01N$	$7.208 \ 2y_0-1.454 \ 89y_0^2-0.004 \ 44N$
중간지대	$5.178 \ 6y_0-0.842 \ 3y_0^2-0.002 \ 773N$	$10.262 \ 2-1.053 \ 9y_0+0.124 \ 399y_0^2-0.004 \ 84N$
동해안북부	$4.295 \ 1y_0-0.708 \ 2y_0^2-0.001 \ 2N$	$11.721 \ 8-0.899 \ 4y_0+0.014 \ 73y_0^2-0.008 \ 248N$
산간지대	$6.980 \ 9+0.476 \ 6y_0-0.079 \ 1y_0^2-0.005 \ 27N$	$6.203 \ 3y_0-1.573 \ 1y_0^2-0.000 \ 406 \ 3N$

질소비료시비에 의한 알곡생산량은 다음과 같이 계산하였다.

$$Y = y_0 + f \times N$$

여기서 y_0 —무비료소출(t/정보), N —질소비료시비량(kg/정보), f —질소비료 1kg당 알곡더난량(t/정보)이다.

3) 생산성평가모형의 적합성검정방법

포전단위에서의 적합성검정은 모형에 의한 계산소출과 조사자료의 지력순위지표와의 상관성을 고려하는 방법으로 진행하였다.(표 6)

표 6. 포전단위에서의 적합성검정(계산소출과 지력순위와의 상관)

논벼					강냉이				
검정지점	정보당 질소비료				검정지점	정보당 질소비료			
	시비량/kg					시비량/kg			
	—	200	300	400		—	200	300	400
평양시 력포구역 소삼정리	-0.68	-0.73	-0.74	-0.73	평양시 력포구역 대현리	-0.75	-0.81	-0.83	-0.80
평안북도 창성군 회덕리	-0.81	-0.82	-0.84	-0.86	평안북도 대관군 읍	-0.79	-0.82	-0.84	-0.81
자강도 초산군 읍	-0.80	-0.79	-0.86	-0.85	자강도 초산군 직리	-0.74	-0.73	-0.76	-0.77
황해남도 은률군 관해리	-0.87	-0.87	-0.88	-0.86	황해북도 연산군 생금리	-0.87	-0.89	-0.87	-0.88
황해북도 연산군 읍	-0.82	-0.81	-0.83	-0.87	황해북도 연산군 상곡리	-0.89	-0.89	-0.91	-0.90
강원도 안변군 비산리	-0.67	-0.68	-0.68	-0.69	강원도 법동군 읍	-0.64	-0.62	-0.65	-0.65

표 6에서 보는바와 같이 지력순위와 계산소출사이 상관계수의 절대값은 0.6이상이었고 질소비료효과성을 고려하는데 따라 그 값이 커졌다.

표 7. 리단위의 계산소출과 조사된 지력순위와의 상관

검정단위	논벼 (R^2)	강냉이 (R^2)
황해남도 은률군	0.98	0.87
황해북도 연탄군	0.96	0.89
황해북도 사리원	0.97	0.90
자강도 희천시	0.93	0.85

군단위에서 리별적합성검정은 리단위로 집계된 계산소출과 조사된 지력순위와의 상관성을 고려하는 방법으로 진행하였다.(표 7)

표 7에서 보는바와 같이 군에서 리단위의 계산소출과 지력순위와의 상관을 분석한데 의하면 기여률이 0.8이상으로서 유의성이 인정되었다.

도와 전국적범위에서의 적합성검정은 군단위로 집계한 계산소출자료와 1977~1990년간 실소출사이의 상관성을 고려하는 방법으로 진행하였다.(표 8)

전국적인 적합성검정을 위하여 1977~1990년까지 14년간 시비량과 군단위로 집계된 논벼, 강냉이소출량자료와 계산소출량자료와의 상관을 분석한데 의하면 논벼에서 $R^2=0.85$, 강냉이에서 $R^2=0.82$ 로서 그 적합성이 인정되었다.

표 8. 실소출과 계산소출과의 상관(187개 군, 구역)

작물	논벼	강냉이
상관계수(R^2)	0.852	0.818

맺 는 말

수량화분석법에 의한 등급무계결정법으로 작성한 무비료소출모형과 질소비료효과성모형을 리용하여 포전과 지역을 단위로 부침땅의 생산성을 평가할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 류철성 등; 지질 및 지리과학, 4, 37, 주체91(2002).
- [2] 정봉남; 다변량해석총서 1, 과학백과사전종합출판사, 8~37, 1988.
- [3] 정봉남; 다변량해석총서 5, 과학백과사전종합출판사, 6~68, 1992.
- [4] Jinjin Cheng et al.; Soil & Tillage Research, 155, 225, 2016.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

Cropland Productivity Evaluation using Effectiveness Model of the Nitrogen Fertilizer

Ryu Chol Song, Han Sun Ok

It can more enhance the accuracy in unit of field and area to use the effectiveness model of the nitrogen fertilizer than only using non fertilizer productivity model when the cropland productivity is evaluated by means of statistical method such as regression analysis and quantification analysis.

Key words: cropland productivity, effectiveness model