

남부지방 농경지 *Bradyrhizobium japonicum*의 질소고정잠재능

강 위 금

농촌진흥청 영남농업시험장

초 록 : 콩 재배시 근류균의 합리적 이용을 위한 기초자료를 얻고자 남부지방의 평야지 밭토양과 논토양, 산간지 밭토양에 분포한 토착 *Bradyrhizobium japonicum*의 질소고정 잠재능을 상호 비교, 분석하였다. 토착 *B. japonicum*의 밀도는 산간 밭토양에서 5.7×10^4 cells/g.soil 로 가장 높았고, 다음으로는 평야지 밭(5.0×10^4 cells/g.soil), 평야지 논토양(4.0×10^3 cells/g.soil) 순이었다. 콩 개화기의 지상부 건물생산력과 수확기의 종실수량은 서로간에 고도의 상관관계($P \leq 0.001$)를 보이면서 두 성분 모두 평야지 밭 > 산간지 밭 > 평야지 논토양 순으로 높았는데, 평야지 밭토양 중에서는 남해토양과 선산토양이 건물생산면에서, 김해토양은 종실수량면에서 각각 우수하였다. 콩 개화기에 조사된 근류수와 근류무게의 물질생산 기여도는 지상부 건물중의 경우 근류수($r=0.383^*$) 보다 근류무게가($r=0.439^*$) 더 높은 값을 보였으나 종실수량에서는 근류무게($r=0.449^{**}$) 보다 근류수가($r=0.505^{**}$) 더 높은 값을 나타내었다. 근류무게당 지상부 건물중과 종실수량 성적은 평균적으로 단원콩에서 보다 남해콩에서 각각 1.7배와 1.4배 높은 변이계수를 보였다.(1998년 4월 6일 접수, 1998년 5월 22일 수리)

서 론

농경지에서 콩과작물의 잠재생산성은 토착 근류균의 질소고정활성에 상당수준 의존된다.¹⁾ 이러한 토착 근류균의 질소고정 활성은 토양의 질소고정잠재능 분석법²⁾으로 평가될 수 있는데, 이는 토착균주 하나 하나의 질소고정력에 근거한 개체생태학적 공생효과와 토착균주 모두의 질소고정력에 근거한 총체적인 공생효과에 의해서 발현된다.^{3,4)} 토양의 근류균 밀도는 숙주식물이 서식할 때 가장 많이 증가되며,^{4,5)} 이 밖에 토양의 산도⁶⁾와 유기물,⁷⁾ 공극율,⁷⁾ 온도,^{8,9)} 수분¹⁰⁾의 조건에 따라서 증감의 변화를 보이는 것으로 알려졌다. 그리고, 근권토양에서 밀도를 이루는 균주 각각의 질소고정활성은 균주 고유의 질소고정력¹¹⁾ 뿐만 아니라 타 균주와의 근류형성경합력,¹²⁾ 숙주특이성¹³⁾이 복합적으로 작용하여 발현된다.¹⁴⁾ 특히, 근류균의 근류형성 경합력은 균주와 숙주간의 gene for gene 작용으로 이루어지며¹⁵⁾ 토양의 산도¹⁶⁾와 질소,¹⁷⁾ 인산,¹⁸⁾ 석회 함량,¹⁸⁾ 그리고 온도¹⁹⁾ 등에 영향받는다. 따라서 특정 토양환경에 적응된 토착 근류균은 공생효과가 우수한 실내 선발균주에 비해서 경합력의 우위를 점하는 경향이다.²⁰⁾ 그러므로, 농경지 토양의 콩과작물 생산성은 접종 근류균 보다 토착균주의 활성에 더 많이 영향받는 경향이며, 균주증식에 바람직한 방향으로 토양이화학성을 개선시키므로써 향상될 수 있을 것이다.^{6,10)} 그리고, 토착균주의 질소고정 잠재능 정도에 따라서는 우수 근류균의 접종 또는 질소증시가 콩과작물의 생산성 향상에 바람직한 방법이 되기도 한다.⁹⁾

본 시험에서는 콩 재배시 근류균 *Bradyrhizobium japonicum*의 합리적 이용을 위한 기초자료를 얻고자, 남부지

방의 평야지 밭토양과 논토양, 그리고 산간지 밭토양을 대상으로 토착 균주의 질소고정잠재능을 상호 비교, 분석하였다.

재료 및 방법

시험토양

남부지방 농경지에 분포한 *Bradyrhizobium japonicum*의 질소고정잠재능 시험에 이용된 토양은 Table 1과 같다. 평야지 토양으로는 경남의 김해, 창녕, 남해와 경북의 경주, 선산, 성주지역의 논, 밭을 대상으로 하였으며 산간지 토양으로는 경남의 함양과 산청, 경북의 상주와 문경지역 밭을 대상으로 하였다. 토양시료는 각 지역 시·군 소재지 인근의 농경지에서 10반복으로 채취하여 냉장보관 하면서 본 시험에 사용하였다. 시험토양의 평균비옥도를 농경지의 적정치²¹⁾와 비교해 보면, pH(1:5H₂O)는 평야지의 논·밭이 산간 밭토양의 성적보다 높았으나 모두 적정치 이하였고, 유기물은 산간지 밭토양 > 평야지 논 > 평야지 밭 순이면서 산간 밭토양에서만 40.7 g/kg 함량을 보여 적정치에 근접하였다. 유효인산은 모두가 적정수준이었고 치환성 칼슘과 마그네슘, 칼리는 평야지의 논·밭 토양에서 양호한 수준을 나타내었다. 그리고 평야지 밭에서는 시료에 따라 화학성의 차이가 컸다. 콩 근류균의 밀도는 BISM배지에서 Tong & Sadowsky²²⁾의 방법으로 조사하였는데, 토양별로는 균주의 생존여건이 불량한 논토양에서 보다 콩재배가 관행화 된 밭토양에서 10배 가량 높았는데, 산간 밭토양에서는 5.7×10^4 cells/g.soil, 평야지 밭에는 5.0×10^4 cells/g.soil, 평야지 논토양에서는 4.0×10^3 cells/g.soil 수준이었다.

찾는말 : *Bradyrhizobium japonicum*, 질소고정잠재능
*연락처

토착 *Bradyrhizobium japonicum*의 질소고정잠재능

시험토양을 멸균수로 10배 희석하여 장류콩인 단원콩과 나물콩인 남해콩의 유묘 개체당 1 ml씩 접종하고 온실에서 콩을 5주간 재배한 후에 근류수와 근류무게, 지상부 건물중을 조사하였고, 8주후 수확기에는 종실수량을 조사하였다. 콩재배는 강 등¹³⁾의 방법으로 질석을 충전한 800 ml광구병에 멸균된 양액을 넣고 유묘 4본(2주 후 2본 제거했음)을 6반복으로 이식재배하였는데, 이 가운데 3반복은 근류수와 근류무게, 지상부 건물중의 조사에 사용하였고 나머지 3반복은 종실수량 조사에 사용하였다. 근류무게당 물질생산력

평가에 사용된 콩 건물중과 종실수량 성적은 토양접종구 성적에서 무접종구 성적을 뺀 값으로 계산하였다. 그리고 시험성적의 통계분석에는 SAS 프로그램을 이용하였다.

결 과

토착 *Bradyrhizobium japonicum*의 질소고정잠재능

평야지 토양에 분포한 *B. japonicum*의 질소고정잠재능은 Table 2와 같이 밭토양에 분포하는 균주가 논토양에 분포하는 균주보다 높았으며, 콩 품종별로는 단원콩에서의 근류수

Table 1. Characteristics of soils and population size of *Bradyrhizobium japonicum* in the sampled soils

Soils	pH (1:5)	O.M. (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.-cations (cmol ⁺ /kg)			No. of <i>B. japonicum</i> ($\times 10^4$ cells/g.soil)	
				Ca	Mg	K		
Upland	Gimhae	6.1	27.4	401	8.3	1.75	2.19	7.4
	Changnyeong	5.0	16.3	99	5.8	1.38	0.56	4.8
	Namhae	6.9	33.0	395	5.8	1.86	2.15	5.3
	Gyeongju	4.6	23.9	195	4.0	1.22	0.54	3.7
	Seonsan	6.0	23.3	401	3.0	0.18	0.47	3.6
	Seongju	4.6	20.1	81	2.9	1.39	0.31	5.0
	Mean	5.5	24.0	262	5.0	1.30	1.04	5.0
Plain	Gimhae	5.2	34.1	156	3.3	1.44	1.03	0.19
	Changnyeong	6.2	30.2	127	6.6	1.69	0.51	0.46
	Namhae	6.1	42.3	301	5.3	1.38	1.22	0.36
	Gyeongju	5.5	25.1	111	5.6	0.12	0.54	0.50
	Seonsan	4.9	33.0	81	2.6	0.80	0.53	0.35
	Seongju	5.9	20.2	177	7.6	1.41	0.36	0.55
	Mean	5.6	30.8	159	5.2	1.14	0.70	0.40
Mountainous upland	Hamyang	4.7	43.1	390	2.0	0.84	0.60	7.4
	Sancheong	4.8	31.8	105	3.4	0.67	0.92	6.0
	Sangju	6.0	42.2	217	1.4	0.34	0.52	5.1
	Mungyeong	5.1	45.7	124	3.0	1.11	0.52	4.4
	Mean	5.2	40.7	209	2.5	0.74	0.64	5.7

Table 2. Symbiotic potentials of *Bradyrhizobium japonicum* populations in the 10-fold- diluted (10^{-1}) whole-soil inoculum of plain area soils inoculated on soybeans

Soils	No. of <i>B. japonicum</i> ($\times 10^3$ cells/ml.inocula)	Nodule number (No./plant)			Nodule mass (mg/plant)			Shoot dry w.t. (g/plant)			Grain yields (mg/plant)			
		DW ¹⁾	NH ²⁾	Mean	DW	NH	Mean	DW	NH	Mean	DW	NH	Mean	
Upland	Gimhae	7.4	32	16	24 ^b	98	89	94 ^{ab}	1.71	1.71	1.71 ^b	430	300	365 ^a
	Changnyeong	4.8	38	53	46 ^{ab}	46	73	9 ^c	1.53	1.38	1.46 ^b	250	190	220 ^{bc}
	Namhae	5.3	55	43	49 ^{ab}	18	10	14 ^d	1.97	2.29	2.13 ^a	300	290	295 ^{ab}
	Gyeongju	3.7	90	44	67 ^a	63	62	63 ^{bc}	1.50	1.30	1.40 ^b	220	130	175 ^{bc}
	Seonsan	3.6	41	25	33 ^{ab}	112	88	100 ^a	2.05	2.10	2.07 ^a	300	190	245 ^{abc}
	Seongju	5.0	16	19	17 ^b	74	46	60 ^c	1.55	1.30	1.43 ^b	150	140	145 ^c
	Mean	4.96	45	33	39	69	61	65	1.72	1.68	1.70	275	207	241
Paddy	Gimhae	0.19	17	34	26 ^a	29	67	48 ^b	1.00	1.68	1.34 ^b	160	140	150 ^b
	Changnyeong	0.46	13	9	11 ^b	37	27	32 ^b	1.09	1.03	1.06 ^b	100	90	95 ^{bc}
	Namhae	0.36	34	13	24 ^a	92	90	91 ^a	1.82	1.96	1.89 ^a	170	230	200 ^a
	Gyeongju	0.50	17	7	12 ^b	48	44	46 ^b	1.09	1.18	1.14 ^b	110	100	105 ^b
	Seonsan	0.35	9	7	8 ^b	44	27	35 ^b	1.07	1.27	1.17 ^b	140	160	150 ^b
	Seongju	0.55	10	7	8 ^b	44	32	38 ^b	1.21	1.02	1.12 ^b	110	100	90 ^c
	Mean	0.402	17	13	15	49	48	48	1.21	1.36	1.29	132	137	132
Total mean	0.894	31	23	27	59	55	57	1.47	1.52	1.50	203	172	186	

¹⁾Danweonkong.

²⁾Namhaekong.

^{a-c}Data values sharing the same letter do not differ significantly at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

Table 3. Symbiotic potentials of *Bradyrhizobium japonicum* in the 10-fold-diluted (10⁻¹) whole-soil inoculum of mountainous upland soils inoculated on soybeans

Soils	No. of <i>B. japonicum</i> (×10 ³ cells/ml.inocula)	Nodule number (No./plant)			Nodule mass (mg/plant)			Shoot dry w.t. (g/plant)			Grain yields (mg/plant)		
		DW ¹⁾	NH ²⁾	Mean	DW	NH	Mean	DW	NH	Mean	DW	NH	Mean
Hamyang	7.4	31	14	22 ^a	82	30	56 ^a	1.74	1.10	1.42 ^a	190	140	165 ^a
Sancheong	6.0	32	22	27 ^a	91	20	81 ^a	1.47	1.51	1.49 ^a	160	180	170 ^a
Sangju	5.1	75	31	53 ^a	76	31	54 ^a	1.34	1.33	1.34 ^a	250	140	195 ^a
Mungyeong	4.4	76	31	54 ^a	130	74	102 ^a	1.71	1.64	1.67 ^a	290	240	265 ^a
Mean	5.73	54	25	39 ^a	95	39	73 ^a	1.57	1.40	1.48 ^a	223	175	199 ^a

¹⁾Danweonkong.

²⁾Namhaekong.

*Data values sharing the same letter do not differ significantly at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

Table 4. Correlation coefficients among symbiotic parameters by soil inocula (n=32)

Factors	Nodule No.	Nodule mass	Shoot dry wt.	Grain yields
Nodule No.		0.364*	0.383*	0.505**
Nodule mass	0.364*		0.439*	0.449**
Shoot dry wt.	0.383*	0.439*		0.689***
Grain yields	0.505**	0.449**	0.689***	

*, **, ***Means significant difference at the probability of 0.05, 0.01 and 0.001, respectively.

와 근류무게, 종실수량이 남해콩에서 보다 높은 경향이였다. 지역별로는 경북의 경주, 선산, 성주지역보다 경남의 김해, 창녕, 남해지역 군주가 콩의 근류수와 근류무게, 지상부 건물중, 종실수량 모두 높은 값을 보였다. 그리고, 밭토양 근류균의 질소고정잠재능은 논토양 군주의 성적보다 근류수에서 166%, 근류무게는 35%, 식물체 건물중은 28%, 종실수량은 66% 가량 높은 경향이였다. 한편, 평야지 밭토양 중에서 토착 군주에 의한 콩의 지상부 건물중의 평균치가 가장 높았던 것은 남해토양이였고 다음으로는 선산토양, 김해토양 순이었는데, 이들 토양은 단원콩과 남해콩에서의 평균성적이 각각 개체당 2.13, 2.07, 1.73 g이였다. 종실수량의 절대치는 김해토양을 접종했을 때 개체당 365 mg으로 시험토양 중에서 가장 높았으며 다음으로 남해토양(295 mg/개체), 선산토양(245 mg/개체) 순이였다. 이러한 각 토양의 접종효과를 통계적으로 검토해 보면 콩의 지상부 건물중에서는 남해토양과 선산토양이, 종실수량에서는 김해, 남해, 선산토양이 상대적으로 양호하였다. 논토양 중에서는 남해 토양을 접종했을 때 콩의 개체당 지상부건물중과 종실수량이 각각 1.89 g과 200 mg으로 다른 토양의 접종구 성적과 유의적인(P≤0.05) 차이를 나타내었다. 그리고, 김해와 선산토양은 남해토양 다음으로 높은 접종효과를 나타내었다. 이처럼 김해, 남해, 선산지역의 평야지 논에 분포한 *B. japonicum*은 밭토양 군주와 마찬가지로 다른 지역 군주보다 우수한 공생효과를 발휘하였다.

산간 밭토양에 분포한 *B. japonicum*의 질소고정잠재능 (Table 3)은 평균적인 지상부건물중과 종실수량 모두 Table 2의 평야지 밭토양 성적보다 낮고 평야지 논토양의 성적보다는 높았다. 이에 반해서 근류의 무게는 오히려 산간 밭토양의 접종구 성적(Table 3참조)이 평야지의 논토양은 물론이고 밭토양 접종구의 성적보다도 더 높았다. 그리고, 산간

밭토양 중에서 콩의 지상부 건물중과 종실생산력이 가장 우수하였던 것은 문경토양이였다.

그리고, 토양을 콩에 접종하여 5주 후에 조사된 근류수와 근류무게, 지상부 건물중은 Table 4와 같이 5% 수준에서 상호 정상관 관계를 보였다. 또한, 토양접종 8주 후에 조사된 종실수량은 근류수 및 근류무게와 1% 수준에서 유의적인 정상관을 보였고, 지상부 건물중과는 0.1% 수준에서 유의적인 정상관 관계를 나타내었다. 특히, 근류수와 근류무게는 같은 시기에 조사된 콩의 지상부 건물중과의 상관(P≤0.05) 보다 3주 후에 조사된 수량과의 상관(P≤0.01)에서 더 높은 유의성을 나타내었다. 콩의 물질생산에 있어서 근류수와 근류무게의 상관정도를 비교해 보면, 지상부 건물중과는 근류수(r=0.383*) 보다 근류무게가(r=0.439*), 종실수량과는 근류수가 상대적으로 더 높은 상관계수(r=0.505**)를 나타내었다.

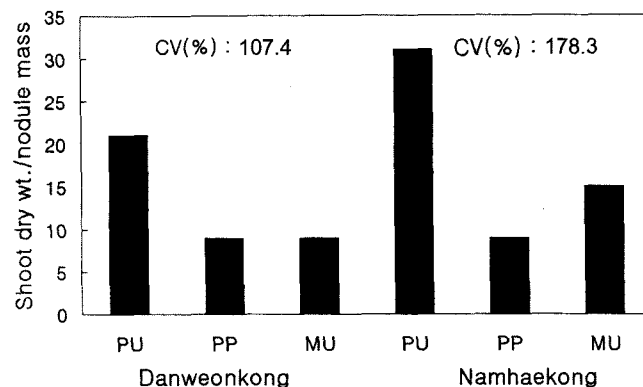


Fig. 1. Comparison of nodule contribution to soybean shoot production in different soils (PU, plain upland; PP, plain paddy; Mu, mountainous upland).

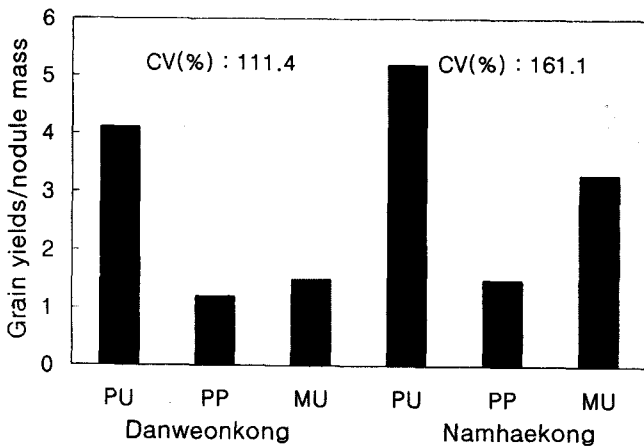


Fig. 2. Comparison of nodule contribution to soybean grain production in different soils (PU, plain upland; PP, plain paddy; Mu, mountainous upland)

한편, 콩의 물질 생산에 대한 근류의 기여도는 Fig. 1, 2와 같았다. 근류무게(mg) 당 지상부 건물생산량과 종실수량은 단원콩에서 보다 남해콩에서 높았다. 토양별로는 콩 건물중의 경우 평야지 발토양 균주가 평야지 논토양의 균주 보다 평균 2.3배, 산간 발토양의 균주보다는 평균 2.2배 가량 높았고 종실수량 역시 평야지 발토양 균주가 평야지 논토양의 균주 보다 평균 3.4배, 산간 발토양의 균주보다는 평균 2배 가량 높았다. 따라서 이러한 경향은 Table 2, 3에서의 지상부 건물중 및 종실수량 성적과 같은 결과임을 알 수 있었다.

고 찰

토양의 희석접종법(whole-soil-inoculation)으로 평가되는 토착 근류균의 질소고정잠재능은 균주의 개체생태학적 질소고정력에 근거한 공생효과^{11,13-15}와 밀도수준에 따른 총체적인 공생효과^{4,23}에 의해서 발현되는 것으로 알려져 있다. 토착 근류균의 밀도는 해당 숙주식물의 서식에 의해서 직접적으로 증가되며,⁴⁵ 간접적으로는 토양의 산도와 유기물 함량, 수분, 지온 등의 이화학적 특성에 영향 받기도 한다.^{6,10} 시험된 토양의 *B. japonicum* 밀도는 논토양보다 관행적으로 콩이 재배된 평야지와 산간지의 발토양에서 10배 가량 높았으며 발토양 중에서는 산간지가 낮은 인산과 칼리 함량에도 불구하고 유기물을 많이 함유한 밭인지⁷ 평야지 보다 더 높았다(Table 1참조). 그러나, 시험토양을 멸균수에 10배 희석하여 콩에 접종했을 때 콩의 지상부 건물생산량은 Table 2에서 처럼 평야지 발토양을 접종한 구에서 가장 높았고 다음으로 평야지 논토양>산간 발토양 접종구 순이었다. 이러한 결과는 산간 발토양 균주보다는 평야지의 발토양 및 논토양 균주가 개체생태학적 질소고정력이 우수하였음을 뜻하였다(Fig. 1참조). 그리고 시기적으로 콩의 지상부 건물중 보다 3주 후에 조사된 종실수량 성적은 평야지 발토양 접종구>산간 발토양 접종구>평야지 논토양 접종구 순으로서, 근류무게당 종실생산력이 평야지 발토양에서

가장 높았고 평야지 논토양 균주가 가장 낮았음을 알 수 있었다(Fig. 2참조). 이처럼 콩의 건물중 성적과 달리 종실수량 성적에서 산간 발토양 균주가 평야지 논토양 균주보다 높은 값을 보인 것은 토착균주의 밀도가 약 10배 높으면서 근류착생수가 많았던(Table 2, 3참조) 산간 발토양의 접종구에서의 근류발달이 건물중을 조사한 개화기 이후에도 계속되어 많은 양의 질소를 고정하였기 때문이 아닌가 생각되었다.¹⁰ 이 같은 사실은 Table 4에서의 지상부 건물중과 종실수량에 대한 근류수 및 근류무게의 상관에서도 알 수 있었는데, 지상부 건물중의 경우 근류수($r=0.383^*$) 보다 근류무게($r=0.439^*$)와 높은 상관계수를 보였지만 종실수량은 반대로 근류수($r=0.505^{**}$)가 근류무게($r=0.449^{**}$) 보다 더 높은 상관계수를 나타내었다. 그리고, 평야지 토양의 질소 고정 잠재능을 콩 건물중과 종실수량면에서 검토해 보면 남해지역의 논·밭은 다 같이 다른지역의 논·밭 토양 성적에 비해서 우수한 성적을 보였고 창녕과 상주지역의 논·밭은 다 같이 다른지역의 토양에 비해서 불량한 성적을 나타내었다. 이러한 사실로 볼 때, 같은 지역에 분포한 근류균은 논이나 밭으로의 토지이용 혹은 토양관리방법에 따라서 밀도차이를 보이는 하지만^{6,10} 개체생태학적으로는 유사한 공생효율을 갖는 것으로 믿어졌다.⁴ 한편, 지대별 근류무게당 지상부 건물중(Fig. 1)과 종실수량(Fig. 2)성적에서는 시험토양에 분포한 토착 근류균의 공생효과 변이가 컸던 관계로 유의성이 인정되지 않았지만 평균적으로 볼 때, 단원콩에서 보다 남해콩에서 건물중은 1.7배, 종실수량은 1.4배 가량 높은 변이계수를 나타내었다. 이는 토착 균주들의 숙주 특이성이 단원콩 보다 남해콩에서 더 크게 작용한 것으로 해석되며,^{13,14} 강 등¹³은 동일 혈청형의 균주를 접종했다 하더라도 접종균주의 공생효과는 콩 품종에 따라서 상이하았음을 보고한 바 있다. Wacek와 Brill²⁶은 근류균의 공생효과를 조기에 평가할 수 있는 방법으로 식물체 건물중 분석법을 추천하였으며 Brockwell 등²⁷은 콩과작물을 4~5주일만 재배하여도 토착 근류균의 공생효과를 검정할 수 있는 토양의 질소고정 잠재능 분석법을 발표하였는데, 본 시험에서도 콩의 개화기에 조사된 지상부 건물중과 수확기의 종실수량간에는 고도의 상관관계($P \leq 0.001$)를 보이므로써 이들의 보고와 일치된 결과를 얻을 수 있었다.

이상의 결과로 볼 때, 남부지방 농경지에서 콩을 재배할 경우 콩의 공중질소 이용도 및 잠재 생산성은 평야지 발토양>산간지 발토양>평야지 논토양 순으로 차이 있을 것으로 것으로 생각되며, 특히 산간 발토양에서는 평야지 발토양 수준의 콩 재배를 위해 우수근류균을 접종하거나 더 많은 질소비료를 시비할 필요가 있을 것으로 해석되어졌다.

참고문헌

1. Paul, E. A., and F. E. Clark (1989) Soil microbiology and Biochemistry Academic Press, Inc. 115-130.
2. Brockwell, J., R. A. Holliday, and A. Pilka (1988) Evaluation of the symbiotic nitrogen-fixing potential of soils by direct mi-

- crobiological means, *Plant Soil*, **108**, 63-70.
3. Kang, U. G., H. S. Ha, and Y. T. Jung (1992) Symbiotic effectiveness and intrinsic antibiotic resistance of *Rhizobium meliloti* populated in Korean pasture soils, *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **35**, 179-185.
 4. Kang, U. G., P. Somasegaran, H. H. Hoben, and B. B. Bohlool (1991) Symbiotic potential, competitiveness, and serological properties of *Bradyrhizobium japonicum* indigenous to Korean soils, *Appl. Environ. Microbiol.*, **57**, 1037-1045.
 5. Kuykendall L. D., T. E. Devine, and P. B. Cregan (1982) Positive role of nodulation on the establishment of *Rhizobium* in subsequent crops of soybean, *Current Microbiol.*, **7**, 79-81.
 6. Graham, P. H., and C. A. Parker (1964) Diagnostic features in the characterization of root nodule bacteria of legumes, *Plant Soil*, **29**, 385-396.
 7. Kang, U. G., C. Y. Park, M. T. Youn, S. U. Choi, and H. S. Ha (1997) Relatedness of naturalized *Bradyrhizobium japonicum* populations with soil physico-chemical characteristics as affected by paddy-upland rotation, *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **40**, 438-441.
 8. Kennedy, A. C., and A. G. Wollum II (1988) Enumeration of *Bradyrhizobium japonicum* in soil subjected to high temperature: comparison of plate count most probable number and fluorescent antibody techniques, *Soil Biol. Biochem.*, **20**, 933-937.
 9. Kang, U. G., Y. T. Jung, S. K. Lee, and H. S. Ha (1992) *Rhizobium meliloti* populations and alfalfa yields due to nitrogen fertilization and inoculation methods at cultivated upland soil, *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.*, **25**, 275-280.
 10. Singleton, P. W., and J. W. Tavares (1986) Inoculation response of legumes in relation to the number and effectiveness of indigenous *Rhizobium* populations, *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**, 1013-1018.
 11. Hagedorn, C. (1978) Effectiveness of *Rhizobium trifolii* populations associated with *Trifolium subterraneum* L. in south-west Oregon soils, *Soil Sci. Am. J.*, **42**, 447-451.
 12. Streeter, J. G. (1994) Failure of inoculant rhizobia to overcome the dominance of indigenous strains for nodule formation, *Can. J. Microbiol.*, **40**, 513-522.
 13. Kang, U. G., H. S. Ha, K. B. Park, S. K. Lee, D. K. Lim, and M. S. Yang (1996) Serological approach for selection of *Bradyrhizobium japonicum* strain with superior symbiotic effectiveness, *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.*, **29**, 165-172.
 14. Kang, U. G., Y. T. Jung, H. S. Ha, Padma Somasegaran, and B.B. Bohlool (1993) Characteristics of indigenous *Rhizobium* to Korean soils III. Symbiotic dynamics of *Bradyrhizobium japonicum* YCK strains according to their competitive conditions for nodulation, *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.*, **26**, 265-270.
 15. Sadowsky, M. J., P. B. Cregan, F. Rodriguez-Quinones, and H. H. Keyser (1990) Microbial influence on gene-for-gene interactions in legume-*Rhizobium* symbioses, *Plant Soil*, **129**, 53-60.
 16. Damirgi, S. M., L. R. Frederick, and I. C. Anderson (1967) Serogroups of *Rhizobium japonicum* in soybean nodules as affected by soil types, *Agron. J.*, **59**, 10-12.
 17. Kang, U. G., S. Akao, H. M. Park, K. B. Park, Y. J. Oh, K. Y. Kang, and H. S. Ha (1997) Use of Gus transposon for evaluation of interstrain competition of *Rhizobium meliloti*, *RDA J. Agro-Envir. Sci.*, **39**, 56-61.
 18. Almendars A. S., and P. J. Bottomely (1987) Influence of lime and phosphate on nodulation of soil-grown *Trifolium subterraneum* L. by indigenous *Rhizobium trifolii*, *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**, 2090-2097.
 19. Sadowsky, M. J., R. M. Kosslak, C. J. Madrzak, B. Golinska, and P. B. Cregan (1995) Restriction of nodulation by *Bradyrhizobium japonicum* is mediated by factors present in the roots of *Glycine max*, *Appl. Environ. Microbiol.*, **61**, 832-836.
 20. Thies J. E., P. W. Singleton, and B. B. Bohlool (1991) Modeling symbiotic performance of introduced rhizobia in the field by use of indices of indigenous population size and nitrogen status of the soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, **57**, 29-37.
 21. Park, Y. D. (1991) Reasonable soil management and fertilizer application for 21st century, *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.*, **24** (Special issue), 39-78.
 22. Tong, Z., and M. J. Sadowsky (1994) A selective medium for the isolation and quantification of *Bradyrhizobium japonicum* and *Bradyrhizobium elkanii* strains from soils and inoculants, *Appl. Environ. Microbiol.*, **60**, 581-586.
 23. Singleton, P. W., and K. R. Stockinger (1983) Compensation against ineffective nodulation in soybean, *Crop Sci.*, **23**, 69-72.
 24. Wacek, T. J., and W. J. Brill (1976) Simple, rapid assay for screening nitrogen-fixing ability in soybean, *Crop Sci.*, **16**, 519-523.

Symbiotic Potential of *Bradyrhizobium japonicum* Indigenous to Arable Land in Southern Parts of Korea

Ui-Gum Kang*(National Yeongnam Agricultural Experiment Station, Milyang 627-130, Korea)

Abstract : To obtain the basic information for suitable use of soybean-*Bradyrhizobium japonicum* symbiosis, on soybean cv. Danweonkong and Namhaekong the symbiotic potential of *B. japonicum* indigenous to plain upland (PU), plain paddy(PP), and mountainous upland(MU) soils in southern part of Korea were surveyed and discussed. Populations of *B. japonicum* in soils were the highest in MU soils with 5.7×10^4 cells/g.soil followed by PU with 5.0×10^4 and PP soils with 4.0×10^3 cells/g.soil. Shoot dry weight at flowering stage and grain yields at harvesting stage, which mutually showed an high correlation ($P \leq 0.001$), were high in the order of PU > MU > PP soil inocula. Amongst PU soils, Namhae and Seonsan soils were prominent inocula for shoot dry weight and Kimhae for grain yields at P 0.05, respectively. In cases of nodule number and nodule mass surveyed at the flowering stage, shoot dry weight gave an higher correlation with the latter ($r=0.439^*$) than the former ($r=0.383^*$); grain yields with the former ($r=0.505^{**}$) than the latter ($r=0.449^{**}$). In comparison with Namhaekong showed 1.7 and 1.4 fold higher values in shoot dry weight and grain yields per nodule mass, respectively.

Key words : *Bradyrhizobium japonicum*, Symbiotic potential

*Corresponding author