

豆科芻料的供氮能力研究 II：豆科植體的土中分解研究⁽¹⁾

王紓愍⁽²⁾⁽³⁾ 陳嘉昇⁽²⁾

收件日期：101 年 6 月 30 日；接受日期：101 年 10 月 23 日

摘 要

本研究的主要目的在了解不同豆科芻料在土中分解的情形，以及其影響因子。材料含 6 種多年生豆科：苜蓿 (*Medicago sativa*)、蔓花生 (*Arachis pintoii*)、多年生花生 (*A. grabrata*)、爪哇大豆 (*Neonotonia wightii*)、賽芻豆 (*Macroptilium atropurpureus*)、泰樂豆 (*Stylosanthes gracilis*) 與 4 種單年生豆科：大豆 (*Glycine max*)、田菁 (*Sesbania sesban*)、綠豆 (*Vigna radiata*) 及太陽麻 (*Crotalaria juncea*)，將材料封入纖維袋中進行三次土中分解試驗，經 1 週、2 週或 4 週時間，由殘存的植體重與氮量估算豆科芻料的分解情形，並了解不同物種、部位、收穫時間及孵育日期對豆科殘體土中分解的影響。所有材料，不論地下部或地上部，其乾物與氮之分解速度在孵育初期 (1 週) 均明顯較高，隨孵育時間增長分解量也持續增加，然不同部位、不同物種的分解曲線不同。土中孵育 1 週後，地下部分解殘存乾物量介於 32% – 73%，地上部介於 31% – 64%，地下部氮分解殘存量介於 18% – 60%，地上部介於 18% – 58%；孵育 4 週後，地下部未分解乾物量下降至 10% – 46% 間，地上部降低至 17% – 33% 間，而地下部未分解氮量降低到 11% – 55% 間，地上部則為 8% – 34%。孵育初期，氮的分解速度顯著大於乾物質的分解。不同孵育條件下，地下部的分解乾物及氮量與材料之氮含量間呈正相關 (相關係數分別介於 0.73 – 0.88 及 0.70 – 0.89 間)，但地上部的情形不明顯，顯示除氮含量外尚有其他重要因素影響其分解。統計分析結果顯示，物種、孵育期間是主要的變異原因；在部分情形下，不同收穫季節及孵育日期間也有顯著差異，但整體趨勢仍隨物種與孵育期間而改變。本研究結果顯示參試豆科芻料的土中分解速度快，應可在短期內供應後期作物的營養需求，此外，多年生豆科的效用值得未來利用參考。

關鍵詞：豆科芻料、土壤、氮分解。

緒 言

氮肥是農業生產上重要的限制因子，過去，化學肥料價格低廉並且施用方便，因此是補充地力及維護農田生產力的主流選擇，但長此以往的結果卻造成土壤酸化、土壤生物相破壞與地力衰退，不僅消耗大量能源同時對水體污染的威脅性也日益嚴重 (Evanylo *et al.*, 2008; Malhia *et al.*, 1998)。因此，對飼料作物而言繼續這種慣行生產模式的合理性值得商榷。

豆科因為具備共生固氮能力，一直以來被視為是自然氮源的重要供應者，研究顯示豆科芻料每年可自大氣中固定可觀數量的氮素，除供本身生長之外，並可提供混植植物或後期植物的利用 (陳等, 2010; Carlsson and Huss-Danell, 2003; Trannin *et al.*, 2000)。此外，豆科芻料的利用還可協助提高土壤肥力、改善土壤結構、增加芻料生產系統之生物多樣性、促進生態平衡並且是永續生產的關鍵要素 (Dinesh *et al.*, 2009; Hiltbrunner *et al.*, 2007; Nakamoto and Tsukamoto, 2006; Nakhone and Tabatabai, 2008; Rasse *et al.*, 1999; Venkateswarlu *et al.*, 2007)。

豆科的供氮能力決定於物種、生長環境、生長時間、季節以及施用後的分解，王等 (2010) 的研究探討物種與生育條件對豆科芻料供氮能力的影響，本研究則進行多種國產芻料與綠肥作物的土中分解比較與

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1857 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 通訊作者，E-mail: smwang@mail.tlri.gov.tw。

影響因子探討，以為利用參考。研究採用 6 種多年生及 4 種單年生豆科做為試驗材料，4 種單年生豆科分別為綠肥大豆 (*Glycine max*)、田菁 (*Sesbania sesban*)、綠肥綠豆 (*Vigna radiata*) 與太陽麻 (*Crotalaria juncea*)，均為台灣常用的豆科綠肥，亦均可為芻料利用 (Chandrasekharaiah *et al.*, 1996; Tessemaa and Baarsb 2004; Wiryawan *et al.*, 1996)。6 種多年生豆科為苜蓿 (*Medicago sativa*)、蔓花生 (*Arachis pintoi*)、多年生花生 (*A. grabrata*)、爪哇大豆 (*Neonotonia wightii*)、賽芻豆 (*Macroptilium atropurpureus*) 及泰樂豆 (*Stylosanthes gracilis*)。苜蓿為原產伊朗的溫帶型牧草，有芻料之後的美譽，是全球重要的商業用豆科芻料，本材料為畜試所自中東地區引進，試種反應良好；爪哇大豆及多年生花生為畜試所多年前引種保存，在台灣生長良好；蔓花生、泰樂豆為澳洲引入之商用品種；賽芻豆則為自行採種之本地原生豆科植物。以上芻料均對台灣南部環境適應良好，但因其生長型態各異且為多年生與一般之豆科綠肥差異較大，因此本研究以此二大類材料進行，以了解其差異與未來應用潛力。

材料與方法

I. 材料

試驗材料分別由不同來源獲得，苜蓿、蔓花生、泰樂豆、田菁及太陽麻種子為進口之商業品種，均購自種子行；綠肥大豆（台南 4 號）及綠豆種子為國產推廣品種，購自農會；多年生花生與爪哇大豆為畜試所保存種原，分別來自恆春分所與畜試總所；賽芻豆種子則為恆春地區自行採種。為方便地下部調查，試驗材料以盆栽方式種植。盆鉢直徑 50 公分，高 40 公分，每盆填土至八分滿，土壤來自恆春分所試驗區，除多年生花生採扦插種植外，其他材料均以種子種植，依推薦播種密度撒播盆面，覆土厚度依種子大小調整，種植後依土壤狀況人工灌水，生長期間不施肥。材料收穫後植株分地上部、地下部，以 70℃ 烘乾二天，烘乾後磨粉，保存於 4℃ 下供後續試驗。

II. 土中分解試驗

將 97 年 4 月與 7 月收穫之二批材料地上部及地下部乾粉分別密封於濾袋中（纖維分析袋，Ankom F57），每一種材料三重複，平埋於恆春分所試區土面下 10 公分處，埋置土中孵育 1 週、2 週或 4 週後，取出濾袋，洗去表面附土，殘留材料烘乾稱重並測定其氮含量，由此計算其乾物與氮分解量。本試驗共進行三次：97 年 8 月 27 日（孵育 1 週、4 週）、9 月 12 日（孵育 1 週）、10 月 9 日（孵育 2 週、4 週）。

$$\text{乾物殘留 \%} = (T3 - T1) \times 100 / T2$$

$$\text{氮殘留 \%} = (T3 - T1) \times N2 \times 100 / (T2 \times N1)$$

$$\text{第一階段乾物分解速率 (\%/day)} = (100 - Cw) / 7$$

$$\text{第一階段氮分解速率 (\%/day)} = (100 - CNw) / 7$$

$$\text{第二階段乾物分解速率 (\%/day)} = (Cw - Cm) / 21$$

$$\text{第二階段氮分解速率 (\%/day)} = (CNw - CNm) / 21$$

T1：濾袋重

T2：試驗初始樣品重

T3：經土壤孵育後樣品 + 濾袋重

N1：試驗初始樣品之氮含量

N2：經土壤孵育後樣品之氮含量

Cw：孵育 1 週的平均乾物殘留 %

Cm：孵育 4 週的平均乾物殘留 %

CNw：孵育 1 週的平均氮殘留 %

CNm：孵育 4 週的平均氮殘留 %

III. 植體氮含量測定

依照 A. O. A. C. (1984) 方法，樣品經濃硫酸高溫分解後，以自動定氮儀測定 Kjeldahl 氮量。

IV. 統計分析

本試驗處理包含物種、孵育期間、收穫季節及孵育日期，為了解各因子對豆科植體在土中分解的影響，進行下列二種分析：(1) 分別以 8/27 與 10/9 的試驗結果進行物種、孵育期間以及收穫季節的變方分析，(2) 將孵育 1 週與 4 週的結果分別進行物種、收穫季節以及孵育日期的變方分析，統計以 SAS 軟體進行。

結果與討論

I. 材料性質與分解狀況

試驗材料的特性如表 1，參試豆科地上部的植體氮含量介於 1.8% – 3.3%，地下部則介於 1.0% – 2.5% 間，地下部的氮含量明顯低於地上部；除泰樂豆外，多年生豆科之地下部氮含量高於單年生豆科；除苜蓿及大豆外，7 月收穫之氮含量略低於 4 月收穫者。

參試材料埋入土中後會隨著孵育時間而逐漸分解，分解的速度依物種、部位及試驗進行的日期而有不同。參試豆科材料的土中分解情形基本上相似，但仍具各自特定的分解曲線，圖 1 及圖 2 分別為地下部與地上部的乾物及氮分解情形，其中苜蓿為多年生豆科的代表，而綠肥大豆為單年生豆科的代表。大致而言，材料埋入土中後就開始迅速分解，此與 Kumar and Goh (2000) 的報告一致。孵育 1 週時，苜蓿及大豆地上部的乾物及氮的分解比例都超過 50%，孵育 4 週，氮殘留量與乾物殘留量降至原先的 30% 以下。而大豆地下部的乾物質及氮分解均顯著較緩，孵育前期（1 週前）的分解速度顯著高於後期（1 週後），氮的分解量高於乾物分解。對大豆而言，地上部的分解速度高於地下部，而苜蓿則無此現象。除泰樂豆外，多年生豆科的分解反應與苜蓿相近，而單年生豆科的表現則近似大豆。

所有參試物種孵育 1 週時，地下部的乾物殘留量介於 32% – 73%，氮殘留量介於 18% – 60%，地上部的乾物殘留量及氮殘留量變動範圍分別為 31% – 64% 及 18% – 58%；孵育 4 週，各物種地下部的乾物殘留量及氮殘留量變動範圍分別為 10% – 46% 及 11% – 55%，地上部則分別介於 17% – 33% 及 8% – 34%。表 2、表 3 為參試材料地下部及地上部在土中的平均分解速率，同樣顯示孵育前期的分解速率較後期迅速，以及在孵育初期，氮的分解速率高於乾物分解。整體而言，苜蓿為參試材料中分解最快的；除泰樂豆外，多年生豆科的地下部分解速率大於單年生，地上部分則沒有明顯的單年生、多年生差別。

表 1. 參試豆科材料四月及七月收穫的地上部與地下部之含氮量

Table 1. Nitrogen content in aboveground and underground parts of entry legumes harvested in April and July

Species	April		July	
	Above-ground	Under-ground	Above-ground	Under-ground
	-----%			
<i>Medicago sativa</i>	2.9 ± 0.07	2.5 ± 0.02	3.2 ± 0.01	2.4 ± 0.01
<i>Arachis pintoi</i>	2.2 ± 0.03	1.6 ± 0.02	1.9 ± 0.03	1.3 ± 0.02
<i>A. grabrata</i>	3.3 ± 0.07	2.0 ± 0.02	2.2 ± 0.02	1.8 ± 0.09
<i>Neonotonia wightii</i>	2.4 ± 0.13	1.8 ± 0.04	2.4 ± 0.05	1.5 ± 0.05
<i>Macroptilium atropurpureus</i>	2.5 ± 0.02	1.6 ± 0.04	2.4 ± 0.01	1.5 ± 0.04
<i>Stylosanthes gracilis</i>	2.9 ± 0.12	1.2 ± 0.01	1.8 ± 0.05	1.0 ± 0.05
<i>Glycine max</i>	3.3 ± 0.03	1.3 ± 0.04	3.2 ± 0.13	1.3 ± 0.02
<i>Sesbania sesban</i>	2.6 ± 0.03	1.4 ± 0.02	2.1 ± 0.10	1.2 ± 0.02
<i>Vigna radiata</i>	2.6 ± 0.08	1.1 ± 0.04	2.5 ± 0.12	1.0 ± 0.04
<i>Crotalaria juncea</i>	2.8 ± 0.01	1.4 ± 0.01	2.5 ± 0.04	1.0 ± 0.02

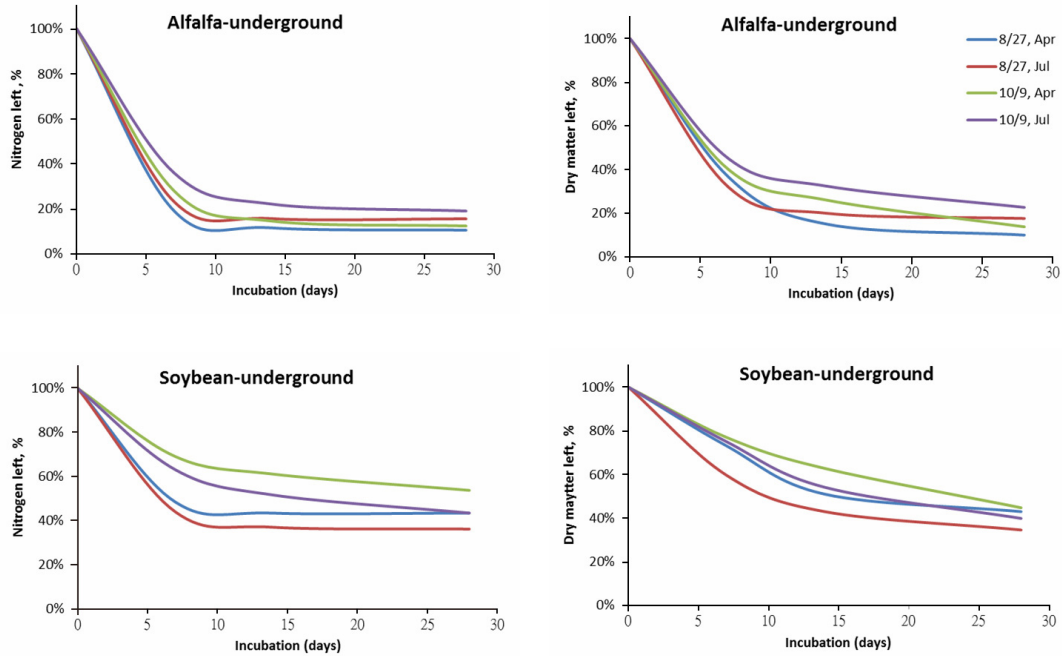


圖 1. 苜蓿及綠肥大豆地下部的氮及乾物質土中分解。左側為氮殘存量變化，右側為乾物殘存量的變化。
Fig. 1. The decomposition of nitrogen and dry matter for the underground parts of alfalfa and soybean. Left is the change of nitrogen left and right is that of dry matter left.

表 2. 苜蓿及綠肥大豆地上部的氮及乾物質土中分解。左側為氮殘存量變化，右側為乾物殘存量的變化。
Table 2. The decomposition of nitrogen and dry matter for the aboveground parts of alfalfa and soybean. Left is the change of nitrogen left and right is that of dry matter left.

Species	Dry matter		Nitrogen	
	First stage*	Second stage	First stage	Second stage
-----decomposition %/day-----				
<i>Medicago sativa</i>	8.48 ± 1.06	0.88 ± 0.27	11.27 ± 0.47	0.29 ± 0.12
<i>Arachis pintoi</i>	6.99 ± 0.31	1.03 ± 0.51	8.64 ± 0.59	0.40 ± 0.40
<i>A. grabrata</i>	6.59 ± 0.25	0.96 ± 0.26	9.27 ± 0.51	0.50 ± 0.21
<i>Neonotonia wightii</i>	6.19 ± 0.63	1.07 ± 0.31	8.92 ± 0.46	0.55 ± 0.09
<i>Macroptilium atropurpureus</i>	6.50 ± 0.31	1.39 ± 0.38	8.94 ± 0.31	0.59 ± 0.22
<i>Stylosanthes gracilis</i>	4.48 ± 0.17	1.56 ± 0.09	7.80 ± 0.96	0.56 ± 0.42
<i>Glycine max</i>	4.74 ± 0.88	1.23 ± 0.17	7.43 ± 0.46	0.43 ± 0.16
<i>Sesbania sesban</i>	5.05 ± 0.46	1.18 ± 0.38	7.47 ± 0.96	0.58 ± 0.27
<i>Vigna radiata</i>	5.02 ± 0.46	1.28 ± 0.23	6.76 ± 1.16	0.69 ± 0.33
<i>Crotalaria juncea</i>	4.93 ± 0.24	1.15 ± 0.22	7.64 ± 0.84	0.46 ± 0.50

*first stage: the period from initial to 7 days, second stage: the period from 7 days to 28 days.

II. 變因探討

表 4 為參試材料在不同日期下進行土中分解的變方分析結果。對地上部及地下部的乾物殘留及氮殘留方面，物種與孵育期間二主效應為顯著或極顯著，收穫季節效應除在地下部之氮殘留方面不顯著外，在其他情形下均顯著，此外尚有部分交感效應顯著。表 5 則是材料孵育於土中固定期間下分解的

變方分析，物種主效應在各方面均極顯著，是最重要的變因；除地上部孵育 4 週的氮分解外，孵育日期效應對其他條件下的分解均為顯著；收穫季節效應則在多數情況下顯著。Singh *et al.* (2005) 表示，植物殘體的分解在一接觸土壤時就開始了，分解的過程受土壤生物、殘體品質及物理與化學環境的交互作用影響。本試驗表 4 及表 5 的分析結果顯示物種是影響土中分解的重要變因，此外，收穫季節（影響物種組成及特性）及孵育日期（進行分解時的外在環境）也都會影響植體的土中分解。

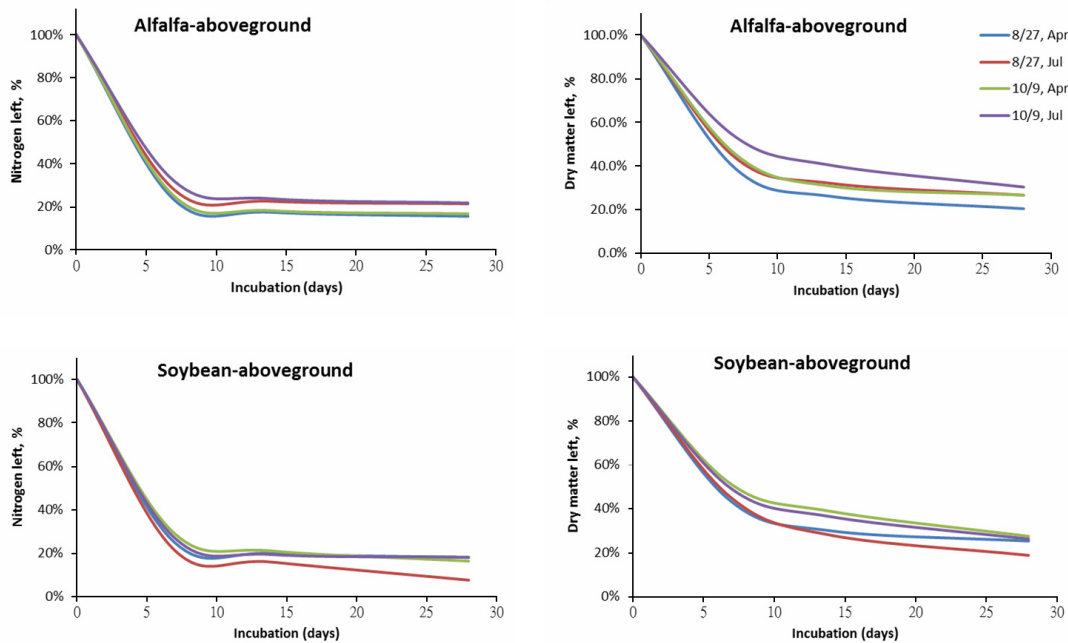


圖 2. 苜蓿及綠肥大豆地上部的氮及乾物質土中分解。左側為氮殘存量變化，右側為乾物殘存量的變化。

Fig. 2. The decomposition of nitrogen and dry matter for the aboveground parts of alfalfa and soybean. Left is the change of nitrogen left and right is that of dry matter left.

表 3. 參試豆科材料地上部的平均乾物分解速率及氮分解速率

Table 3. The average decomposition rates of dry matter and nitrogen for aboveground parts of entry legumes

Species	Dry matter		Nitrogen	
	First stage*	Second stage	First stage	Second stage
-----decomposition %/day-----				
<i>Medicago sativa</i>	8.17 ± 0.52	0.66 ± 0.25	10.66 ± 0.31	0.27 ± 0.12
<i>Arachis pintoi</i>	7.96 ± 0.73	0.65 ± 0.33	7.19 ± 0.79	0.51 ± 0.39
<i>A. grabrata</i>	8.11 ± 1.29	0.72 ± 0.44	8.94 ± 1.04	0.48 ± 0.27
<i>Neonotonia wightii</i>	7.80 ± 0.73	0.72 ± 0.21	9.86 ± 0.76	0.24 ± 0.13
<i>Macroptilium atropurpureus</i>	7.56 ± 1.01	0.85 ± 0.08	8.96 ± 0.43	0.49 ± 0.21
<i>Stylosanthes gracilis</i>	6.29 ± 0.89	1.09 ± 0.42	7.69 ± 0.51	0.57 ± 0.39
<i>Glycine max</i>	7.36 ± 0.76	0.91 ± 0.23	10.52 ± 0.58	0.35 ± 0.23
<i>Sesbania sesban</i>	7.46 ± 0.72	0.93 ± 0.16	9.52 ± 0.82	0.39 ± 0.24
<i>Vigna radiata</i>	7.97 ± 0.47	0.87 ± 0.23	8.15 ± 0.21	0.62 ± 0.20
<i>Crotalaria juncea</i>	7.13 ± 0.52	1.05 ± 0.18	10.80 ± 0.83	0.35 ± 0.18

*first stage: the period from initial to 7 days, second stage: the period from 7 days to 28 days.

表 4. 參試豆科材料不同試驗日期地上部與地下部乾物及氮分解的變方分析

Table 4. The variance analysis of dry matter and nitrogen decomposition for aboveground and underground parts of entry legumes at different dates

Species	Dry matter				Nitrogen			
	Aboveground		Underground		Aboveground		Underground	
	8/27	10/9	8/27	10/9	8/27	10/9	8/27	10/9
<i>Harvest</i>	**	**	*	*	*	**	ns	ns
<i>Block(harvest)</i>	ns	**	ns	**	ns	*	ns	*
<i>Period</i>	**	**	**	**	**	**	**	*
<i>Harvest × period</i>	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Period × block(harvest)</i>	ns	ns	ns	**	**	ns	*	ns
<i>Species</i>	**	**	**	**	**	**	**	**
<i>Species × harvest</i>	ns	**	**	**	*	**	ns	**
<i>Species × period</i>	**	**	**	*	**	ns	ns	ns

**: significant at 1%.

*: significant at 5%.

ns: not significant.

表 5. 參試豆科材料不同孵育期間下地上部與地下部乾物及氮分解的變方分析

Table 5. The variance analysis of dry matter and nitrogen decomposition for aboveground and underground parts of entry legumes at different incubation periods

Species	Dry matter				Nitrogen			
	Aboveground		Underground		Aboveground		Underground	
	1 week	4 weeks	1 week	4 weeks	1 week	4 weeks	1 week	4 weeks
<i>Harvest</i>	**	**	ns	**	ns	**	*	ns
<i>Block(harvest)</i>	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
<i>Species</i>	**	**	**	**	**	**	**	**
<i>Species × harvest</i>	**	**	*	**	*	**	**	**
<i>Date</i>	**	**	**	**	**	ns	*	**
<i>Harvest × date</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Date × block(harvest)</i>	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*
<i>Species × date</i>	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	ns

**: significant at 1%.

*: significant at 5%.

ns: not significant.

由圖 4 更可顯示物種、孵育日期與孵育時間對參試材料之乾物與氮分解的影響。物種間的差異在各種條件下維持相似趨勢，顯示物種特性（植體特性及化學組成）是決定植體在土中分解的重要因素。參試物種的地上部乾物分解與氮分解間趨勢顯著不同，而地下部二者的變動趨勢較為一致，可能是地下部的植體氮含量偏低，因此氮含量的高低成為影響分解的主要因子有關。孵育 4 週與孵育 1 週的乾物分解間有顯著的差距，而在氮分解間的差距小，應與孵育初期氮分解速度快有關（圖 1、圖 2）。孵育日期對各物種乾

物分解的影響一致，均為 8/27-1 週的分解大於 9/12-1 週，以及 8/27-4 週大於 10/9-4 週，恰與累積土溫的變化一致（ 211°C （8/27） $> 201^{\circ}\text{C}$ （9/12）， 917°C （8/27） $> 897^{\circ}\text{C}$ （10/9）），顯示溫度對乾物分解的影響明顯（圖 3），此與黃（1995）研究結果一致，而氮分解與累積土溫間無一致趨勢。收穫季節對參試豆科土中分解的影響見圖 4。乾物分解方面，4 月收穫者之分解程度多高於 7 月收穫者，可能與 4 月收穫者之植體氮含量較高有關。然而在氮分解方面未產生相似的影響。由圖 3 及圖 4 結果，參試材料之乾物質與氮分解模式與其影響因子不盡相同。

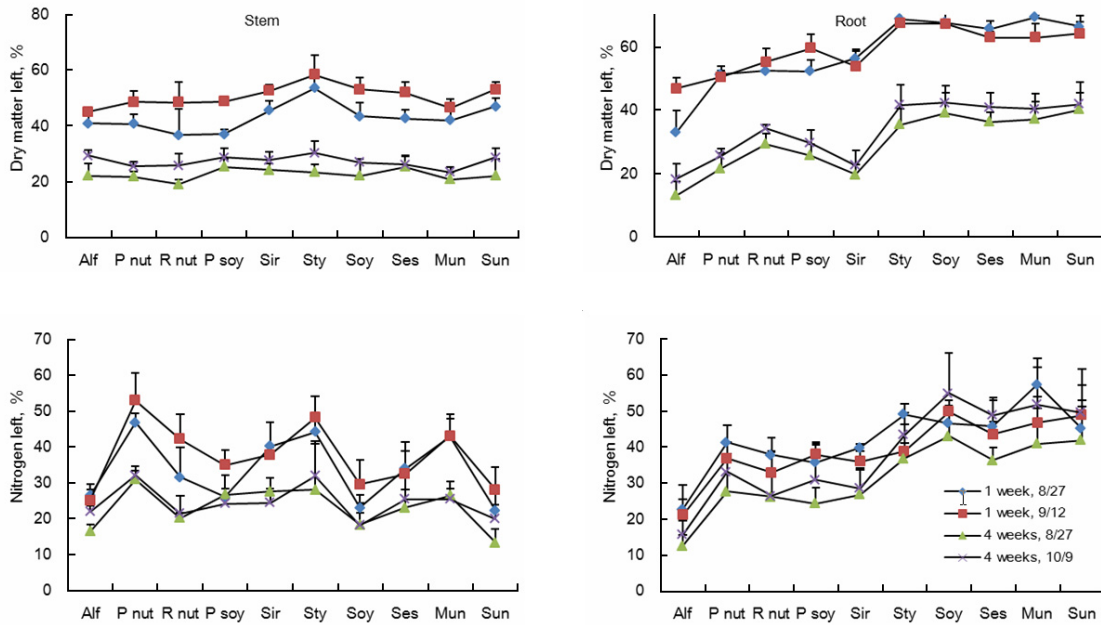


圖 3. 孵育日期與孵育時間對參試豆科土中分解的比較。

Fig. 3. Comparison of incubation dates and incubation periods on degradation of dry matter and nitrogen of entry legumes. Alf: alfalfa, P nut: perennial peanut, R nut: rhizoma peanut, P soy: perennial soybean, Sir: siratro, Sty: stylo, Soy, soybean, Ses: sesbania, Mun: mungbean, Sun: sunn hemp.

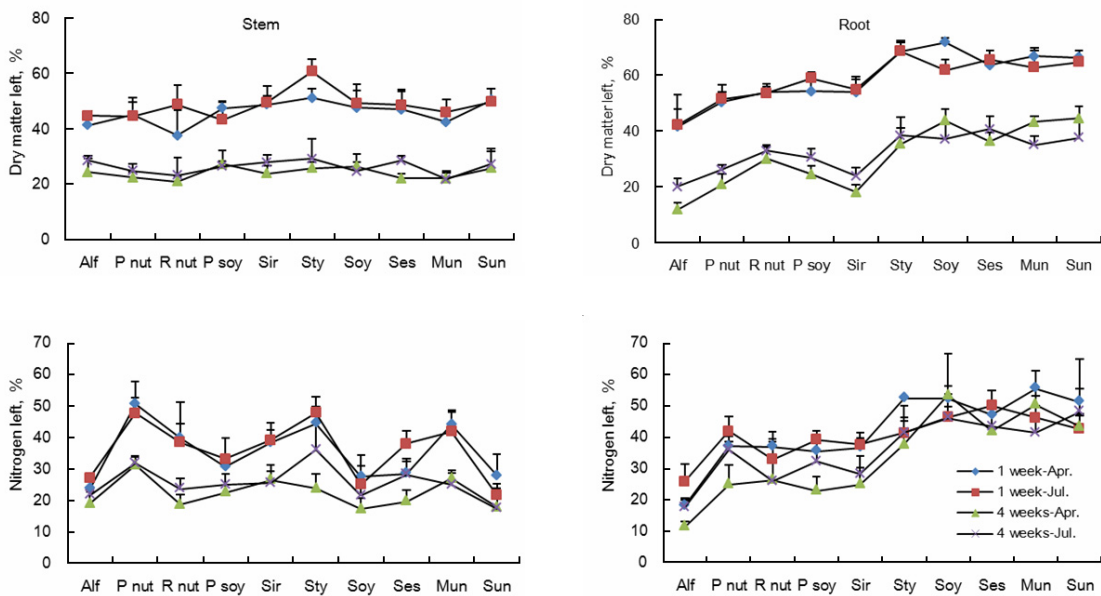


圖 4. 收穫季節與孵育時間對參試豆科土中分解的比較。

Fig. 4. Comparison of harvest seasons and incubation periods on degradation of dry matter and nitrogen of entry legumes. Alf: alfalfa, P nut: perennial peanut, R nut: rhizoma peanut, P soy: perennial soybean, Sir: siratro, Sty: stylo, Soy, soybean, Ses: sesbania, Mun: mungbean, Sun: sunn hemp.

表 6 為參試材料乾物及氮分解與材料氮含量在不同孵育日期與期間下的相關係數。其中地下部之氮分解量及乾物分解量與其植體氮含量間呈現正相關（相關係數分別介於 0.70 – 0.89 及 0.73 – 0.88），而地上部則沒有呈現相似的現象，顯示除氮含量外，尚有其他重要的影響因子。地下部材料的氮含量介於 1% – 2.5%，其 C/N 比介於 20 – 52 間，而地上部材料的氮含量為 1.9% – 3.3%，因此 C/N 比均遠低於 30，可能是造成氮含量不構成地上部分解關鍵影響因子的原因之一。

表 6. 參試豆科材料氮含量與乾物及氮分解之相關係數

Table 6. The correlation coefficients between nitrogen contents of entry legumes and the dry matter decomposition and nitrogen decomposition

Incubation condition	Root		Stem	
	Dry matter	Nitrogen	Dry matter	Nitrogen
1 week (27 th , Aug.)	0.86**	0.88**	0.60*	0.37 ^{ns}
1 week (12 th , Spt.)	0.79**	0.76**	0.51 ^{ns}	0.40 ^{ns}
2 weeks (9 th , Otc.)	0.70**	0.76**	0.73**	0.36 ^{ns}
4 weeks (27 th , Aug.)	0.89**	0.73**	0.53 ^{ns}	0.01 ^{ns}
4 weeks (9 th , Otc.)	0.83**	0.73**	0.85**	0.31 ^{ns}

** : significant at 1%.

* : significant at 5%.

ns: not significant.

Singh *et al.* (2005) 表示，影響植物殘體在土中分解的主要因子為：(1) 殘體特性，(2) 土壤因素，(3) 管理條件。其結果，大豆殘體的分解在不同試驗條件下可出現 30 天分解 67% 至 10 個月下分解 74% 的極不相同結果。Janzen and Kucey (1988) 表示植體氮含量是影響植體土中分解的重要因子，而植體氮含量與物種特性、植體部位及生育條件有關，本研究結果與此相符。黃 (1995) 表示土壤氮礦化與土壤全氮、孵育時間及溫度成正相關，和土壤有機質及添加有機質之 C/N 值為負相關，顯示土壤環境也是影響植體分解的重要因素。

本研究結果顯示物種、孵育期間是主要的變異原因，在部分情形下，不同收穫季節及孵育日期間也有顯著差異，但整體趨勢仍隨物種與孵育期間而改變。由試驗結果，參試豆科芻料在恆春地區的土中分解速度快，可在短期內供應後期作物的營養需求。此外，相較於傳統的單年生豆科綠肥表現，本試驗中多年生豆科的效用值得未來農業應用參考（連，2005；王等，2010；柯，2002）。

參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、游翠鳳、劉信宏。2010。豆科牧草與綠肥作物之氮產量與季節性變動。畜產研究 43：339-350。
- 林毓雯、王鍾和。2002。第十一章，不同有機資材之分解與氮素礦化。作物有機栽培。行政院農業委員會農業試驗所。霧峰。台中。台灣。
- 柯天維。2002。多年生科綠肥作物長期間作可行性評估。國立嘉義大學碩士論文。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳、劉信宏。2010。低投入的有機芻料生產研究 -- 指草屬 (*Digitaria*) 與花生屬 (*Arachis*) 混植。畜產研究 43：167-180。
- 連大進。2005。綠肥之栽培與利用。台灣農家要覽 pp. 537-546。豐年社。
- 黃裕銘。1995。不同環境及作物制度下維持 / 增進地力所需有機肥料之施用量。有機質肥料合理施用技術研討會專刊 pp. 159-170。
- A. O. A. C. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 14 ed. Washington DC. pp. 125-142.

- Carlsson, G and K. Huss-Danell. 2003. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil* 253: 353-372.
- Dinesh, R., S. G. Chaudhuri, T. E. Sheeja¹ and K. N. Shiva. 2009. Soil microbial activity and biomass is stimulated by leguminous cover crops. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 172: 288-296.
- Evanylo, G., C. Sherony, J. Spargo, D. Starner, M. Brosius and K. Haering. 2008. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. *Agri. Ecosys. Environ.* 127: 50-58.
- Hiltbrunner, J., M. Liedgens, L. Bloch, P. Stamp and B. Streit. 2007. Legume cover crops as living mulches for winter wheat: Components of biomass and the control of weeds. *Eur. J. Agron.* 26: 21-29.
- Janzen, H. H. and R. M. N. Kucey. 1988. C, N, and S mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime. *Plant and Soil* 106: 35-41.
- Kumar, K. and K. M. Goh. 2000. Crop residues and management practices: Effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. *Adv. Agron.* 68: 197-319.
- Malhia, S. S., M. Nyborg^b and J. T. Harapiak. 1998. Effects of long-term N fertilizer-induced acidification and liming on micronutrients in soil and in brome grass hay. *Soil and Tillage Res.* 48: 91-101.
- Nakamoto, T. and M. Tsukamoto. 2006. Abundance and activity of soil organisms in fields of maize grown with a white clover living mulch. *Agric. Ecosys. Environ.* 115: 34-42.
- Nakhone, L. N. and M. A. Tabatabai. 2008. Nitrogen mineralization of leguminous crops in soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171: 231-241.
- Rasse, D. P., A. J. M. Smucker and O. Schabenberger. 1999. Modifications of soil nitrogen pools in response to alfalfa root systems and shoot mulch. *Agron. J.* 91: 471-477.
- Singh, Y., B. Singh and J. Timsina. 2005. Crop residue management for nutrient cycling and improving soil productivity in rice-based cropping system in the tropics. *Advance in Agro.* 85: 269-407.
- Trannin, W. S., S. Urquiaga, G. Guerra, J. Ibjbjen and G. Cadisch. 2000. Interspecies competition and N transfer in a tropical grass-legume mixture. *Biol. Fertil. Soils* 32: 441-448.
- Venkateswarlu, B., C. Srinivasarao, G. Ramesh, S. Venkateswarlu and J. C. Katyal. 2007. Effects of long-term legume cover crop incorporation on soil organic carbon, microbial biomass, nutrient build-up and grain yields of sorghum/sunflower under rain-fed conditions. *Soil Use Manag.* 23: 100-107.

Nitrogen supply capacity of legumes II: study on decomposition of legume species in soil⁽¹⁾

Shu-Min Wang⁽²⁾⁽³⁾ and Chia-Sheng Chen⁽²⁾

Received: Jun. 30, 2012 ; Accepted: Oct. 23, 2012

Abstract

The purpose of this study was to investigate the decomposition of the legume species in soil and the factors affecting the processes. Six perennial legume species: alfalfa (*Medicago sativa*), perennial peanut (*Arachis pintoii*), rhizoma peanut (*A. grabrata*), perennial soybean (*Neonotonia wightii*), siratro (*Macrottilium atropurpureus*), stylo (*Stylosanthes gracilis*) and four annual legume species: soybean (*Glycine max*), sesbania (*Sesbania sesban*), mungbean (*Vigna radiata*), sunn hemp (*Crotalaria juncea*) were used in this study. The entry materials were sealed in filter bags separately and were buried 10 centimeters deep under soil surface. After different periods of incubation, the decomposition percent of dry matter and nitrogen decomposition were calculated and the effects of species, plant parts, time of harvest and incubation date on decomposition were determined, too. Both of dry matter and nitrogen decompositions of all parts of entry materials were faster in the first-week incubation, and the decomposition amount increased with incubation time advanced. Nitrogen decomposed faster than dry matter did. Different species showed different decomposition curves. After one-week incubation, the dry matter left varied from 32% to 73% in underground parts and ranged from 31% to 64% in aboveground parts, respectively. The ranges of nitrogen left were 18%-60% and 18%-58% in underground parts and in aboveground parts, respectively. After four-week incubation, the dry matter left ranged from 10% to 46% in underground parts and ranged from 17% to 33% in aboveground parts, respectively. The ranges of nitrogen left were 11%-55% and 8%-34% in underground parts and aboveground parts, respectively. Both dry matter and nitrogen decomposition rates were significantly correlated with the initial nitrogen contents of the underground parts, but not in the case for the aboveground parts. The results of analysis of variance showed that the major affecting factors for decomposition of legume species in soil were species and incubation time, while harvest and incubation date had some effect, too. From this study, all the entry legumes could decompose fast and release the nutrients in soil quickly for the late crop. In addition, the utilization of perennial legume species would be valuable in the future.

Key words: Legume forage, Soil, Nitrogen decomposition.

(1) Contribution No. 1857 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 946, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: smwang@mail.tlri.gov.tw