

緩効性窒素肥料を用いた 窒素栄養の学習とその教育効果

和歌山大学食農総合研究所

すぎもと
枚 本 敏 男

1. 初めに

私は、平成29年3月まで神戸大学大学院農学研究科生命機能科学専攻農環境生物学（農学部生命機能科学科環境生物学コース）で植物栄養学に関わる講義や学生実験を通じて窒素など必須元素の機能を教えてきた。雑談で、学生に食料生産における窒素肥料の必要性について尋ねると、必ずしも肯定的な答えが返ってくるとは限らず、むしろ否定的な意見を聞くこともしばしばであった。学生は身近な環境問題に敏感なためか、肥料による水質汚染などの負の効果の方の印象が強いことが主因で、植物栄養学を教えていた自分の至らなさを感じてしまう場面でもあった。本稿では、窒素の重要性を学生に分かってもらおうと企画し、一昨年と今年の私が分担した2年生後期（10月～2月）と3年生前期（4月～7月）の環境生物学実験（全教員が分担して週3日午後の3、4限に行う専門基礎実験）で行った内容と学生の感想（アンケート結果）を紹介する。

2. 平成28年4月～7月の3年生前期の実験（ダイコンとキュウリの栽培と官能検査）

①実験内容

4月14日：・耕耘と施肥、播種、キュウリネット張り（キュウリ苗の移植とダイコンの間引きは適当な時期の休憩時間に学生の判断で行った）。
・種子：ダイコン4品種、キュウリ4品種（班ごとに1品種）、ダイコンは畝に直接、キュウリはポリポットに播種し、後に圃場に移植した。
・栽培条件：肥料処理条件；班毎に4区（1区1m×1m）【無肥区：肥料は無施用、基肥区：100g/m²化成肥料（N：P：K＝8：8：8）、LP30区：化成肥料+20g/m²LP30、LP100区：化成肥料+66g/m²LP100】

6月8日：ダイコンの収穫と官能検査（品種、処理区の違うダイコンから大根おろしを作り、試食）、キュウリの収穫と調査（重量・個数測定、以降、随時に調べた）

7月27日：キュウリの収穫と後片付け、アンケート実施



（左端より：無肥区、基肥区、LP30区、LP100区）
無肥区のダイコンは貧弱、基肥区の葉は黄色くなりかけてやや小さく、LP100区では葉も大きく茂っていた。

写真1. ある班のダイコンの生育状況（6月8日）



（窒素肥料の違いがダイコンの大きさに影響したことが分かる）

写真2. 班単位で処理区別に並べられたダイコン

②アンケートの設問と選択肢毎の回答数、自由記述の意見（26名）

（1）全般

i) 植物の世話について（複数回答あり）

楽しかった 16
面倒だったがした 10
余りしなかった 2

・楽しかったと答えた人の意見

「思っていたより成長が早く毎日見るのが楽しかった」、
「蚊とブユさえいなければもっと世話をしたと思う」、
「大変な部分もあったが成長を感じられる点良かった」、
「世話は楽しかったが端の畑だったので雑草が多くやりづかった」、
「果実の成長が目に見えて分かるとう充実感があつた」、
「毎日キュウリを持って帰ると家族が喜んでくれました。友人からも好評でした」、
「園芸は好きです」、
「成長が早くて目に見えて効果が観察出来て面白かった」、
「途中まで面倒だったが、徐々に楽しくなつた」、
「家で植物の世話をしたことがなく、貴重な体験だったから」

・ 面倒だったがしたと答えた人の意見

「アブに刺されなかったら楽しかった」、
「キュウリがなる速度が速かつたのと、大きくなるのも速かつた」、
「キュウリは収穫量が多すぎて大変だった」、
「時間がないので大変でした」

ii) 窒素肥料の効果について

良くわかつた 19
余りわからなかつた 7
全くわからなかつた 0

・ 良くわかつたと答えた人の意見

「各条件によって成長の違いがはっきり見られた」、
「はっきりキュウリの大きさで出ていて、分かりやすかつた」、
「区画ごとに明確な違いが見られた」、
「キュウリの色に差が出たように感じた」、
「葉の色が顕著に表していた」

・ 余りわからなかつたと答えた人の意見

「明確な違いはなかつたように感じた」、
「差が分かりにくかつた」、
「LP100のキュウリも無肥のキュウリも同じくらい継続的に育つたから」

iii) 窒素肥料の必要性についての考え方^{エピソード1}

実験前 必要なもの 18
不要なもの 0
考えたことはなかつた 8
実験後 必要なもの 22
不要なもの 0
わからない 4

・ 必要なものと答えた人の意見

「やっぱり肥料は偉大」、
「窒素肥料が必要だと分かつた」、
「実学としての必要性はあるかもしれない」、
「窒素肥料は偉大だと思ひました」

・ わからないと答えた人の意見

「明確な違いはなかつたように感じた」、
「効果の差が分かりにくかつた」

iv) 窒素肥料の違いについて

良くわかつた 13
余りわからなかつた 12
全くわからなかつた 0

・ 良くわかつたと答えた人の意見

「速効性と緩効性の違いが葉の黄色化の時期に現れていた」

・ 余りわからなかつたと答えた人の意見

「効果の差が分かりにくかつた」、
「LP100, LP30においても効果が切れるであろう日からもキュウリができていたから」

v) 肥料の窒素を食べること

良くわかつた 17
余りわからなかつた 8
全くわからなかつた 0

・ 良くわかつたと答えた人の意見

「少し表現が・・・」、
「すごいですね」、
「よく考えれば確かにそうだった」、
「窒素を吸収してキュウリが育っていることが分かつたから」

・ 余りわからなかつたと答えた人の意見

「窒素循環を体験できたということか・・・」

vi) 今回の実験が窒素循環についての理解に

役立つ 12
わからない 13
役立たない 2

・ 役立つと答えた人の意見

「窒素をまいてキュウリが吸収し、それを人間が食べていることが分かつたから」、
「重要性は良くわかつた」

・ わからないと答えた人の意見

「スケールが大きすぎて」、
「これから再度勉強します。植物環境応答学の講義の試験でも役立つので」

・ 役立たないと答えた人の意見

「窒素が植物の生育に必要なことは分かるが、循環していることを示してはいない」

(2) ダイコンの栽培について

i) 肥料条件の植物の生育への影響

わかつた 21

わからなかった 5

覚えていない 0

・ わかったと答えた人の意見

「明確な違いが見られた」、「無肥は特に差が出た」、「ダイコンの大きさが処理区毎に違ったから」、「処理区毎にダイコンを並べるとよく生育の違いがよく分かった」

・ わからなかったと答えた人の意見

「間引きを忘れて結果がはっきりしなかった」、「LP100が全く育たなかったです」

ii) 官能検査について

楽しかった 16

面倒くさかった 9

・ 楽しかったと答えた人の意見

「わりと全部おいしかった」、「品種による味の差が良くわかった」、「難しかったがやりがいがあった」、「楽しかったが狭くてたいへんだった」、「生でダイコンを食べる機会はあまりないので、いろんな意味で新鮮だった」、「楽しかったけど違いが分かりにくかった」、「ダイコンは官能検査をするには辛かった」、「微妙な違いしか分からなかったのですが」、「ただ、大根おろしの量が少し多かったです」、「みんなで楽しく料理ができたから」、「糖度計や硝酸計が不調で計測に難儀しているうちに終わっていたので味覚の方は殆ど参加できなかった」

・ 面倒くさかったと答えた人の意見

「作業場が狭すぎました」、「面倒というよりは、ダイコンをかなりの量食べることになったのでつらかった」

(3) キュウリの栽培と果実について (キュウリ

果実は自由に持ち帰り、家などで消費した)

i) 肥料条件の植物の生育への影響

わかった 19

わからなかった 6

覚えていない 1

・ わかったと答えた人の意見

「でも土壌自身のポテンシャルが一番だと思った」、「結果がはっきり出て分かりやすかった」、「初期の採取段階で違いが分かった」、「葉と重量 (果実) からよく分かった」、「肥料が多いと植物は大きく育つと分かったから」

・ わからなかったと答えた人の意見

「無肥とは差が出そうだが、他の区画は出なさそうだ」、「キュウリは収穫時期がばらばらになるので、重量で比較できない」、「明確な違いはなかった」、「こちらも差が分かりにくい」

ii) 感想

「悪くない」、「キュウリ (ダイコンも) ができたのは嬉しかったです」、「量が多かった」、「形はきたなくても味は大丈夫だった」、「スーパーで並んでいるキュウリ以上のものを感じて嬉しかった」、「全然普通においしかった」、「何もつけなくてもおいしかった」、「おいしかった」、「キュウリを収穫する適正な大きさが分からなかった」、「用途としてもろきゅう、キムチ、サラダなど幅広い形でいただいておいしかった」、「楽しかったです」、「農学部でしかできない貴重な体験だったと思います」、「浅漬けにして美味しくいただきました」、「巨大化した物は不味く水っぽかった。店で売っているようなサイズの物が1番おいしかった」、「浅漬けにしたらおいしかった。マヨネーズと味もおいしかった」、「いつも食べているキュウリよりも少し甘みがあっておいしかったです」、「形はまちまちだったが十分可食だった」、「収穫の時期が少しでも遅くなっただけでも大きくなり過ぎおいしくなくなった」、「一部がとても細くなったり、とても太くなったりして見た目が悪く食欲がわかない果実がいくつかあった」、「初期の方が味が濃くおいしかった」、「立派に育ててよかったです」、「形が歪だった」、「苦勞して水をあげた分、味わって食べることが出来ました」

(4) 全体の感想

「農業をすることの難しさが良くわかった」、「そんなに畑につきっきりでなくても、とりあえずは実るんだなど、作物のタフさに感動した」、「条件ががばがばすぎて!! 有意な値が得られせん!!」

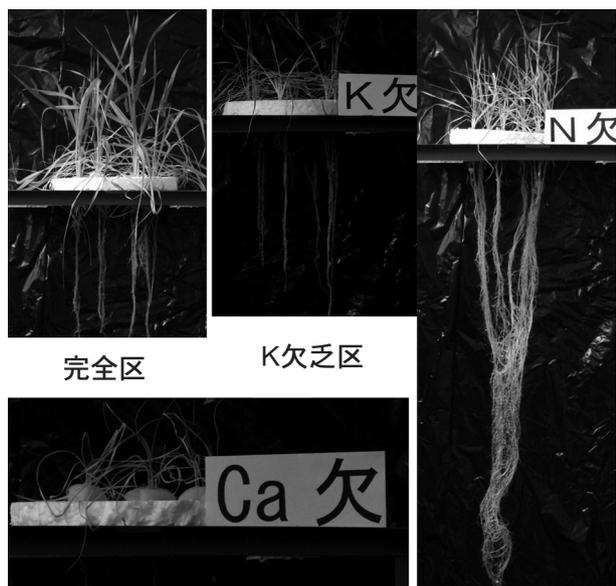
3. 平成27年10月~12月の2年生後期の実験

①実験内容 (10月7日, 11月18日, 12月22日)

i) コムギの水耕栽培による必須元素の確認

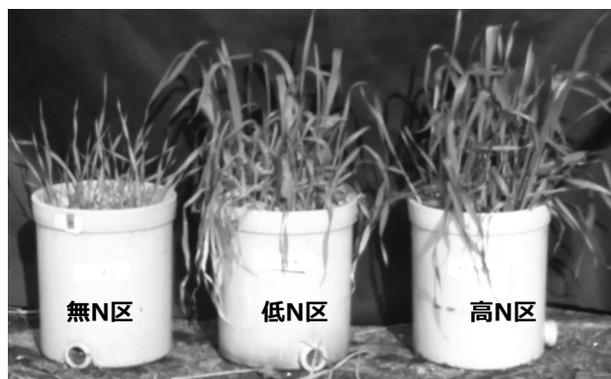
・ 班ごとに7元素 (N, P, K, Mg, Ca, S, Fe) の何れか1種類の必須元素を含む無機塩類の水溶液 (水耕栽培用の原液) を作る (Nは無添加, 硝

酸イオン添加, アンモニアイオン添加の3区, すべての元素を含む完全区を含め計10処理区)。水耕用の培養液 (pH6.0) を作り, 1/5000aポットで栽培した (コムギ幼植物6株/ポット)。元素により程度の差はあるが葉の黄化を観察した。KやCa欠乏区はほとんど成長できずに途中で枯死した (写真3)。一方でN欠乏植物の生育量は少ないが, 根が長く伸び, 枯死しなかった。



(平成20年12月撮影, 完全区と窒素, カリ, カルシウムの欠乏。N欠乏区の根は良く伸びる。植物を固定したプレート (白) の直径は約17cm。)

写真3. 水耕栽培におけるコムギの成長への元素欠乏 (N, K, Ca) の影響



(平成28年12月撮影)

写真4. 土耕栽培におけるコムギの成長への窒素施用量の影響

ii) 土耕栽培 (ポット) におけるコムギの成長への窒素施用効果の確認

・班毎に異なるポットに3段階の量 (Nとして0 (無N), 0.28 (低N), 1.4 g (高N)) の硫酸を加え, コムギを播種し (6株/ポット), 屋外で育てた。2カ月後, 無Nのコムギは小さく, 一方, 高Nでは葉の緑色は濃くしなだれた。(写真4) エピソード2。

②アンケート結果 (最終日に無記名で記入)

実験	○	△	×
i) 水耕栽培	16	3	2
ii) 土耕栽培	14	7	0

印の意味

○: 良くわかった

△: 少しわかった

×: 分らなかった

③まとめ

水耕栽培実験による必須元素の必要性の理解度は高く, 土耕による窒素肥料の重要性の理解度はやや低かった。水耕や土耕での植物育成への各処理の影響ははっきり出ていたにも関わらず理解度が異なっていた。この原因は, 水耕栽培は実験室横の廊下で行い, 常に目に触れたが, 土耕ポットは圃場に置いており, 観察する機会が少なかったことが原因として考えられた。

4. おわりに

今回の一連の実験で, 高度な器具を必要としたのは水耕栽培だけである。植物を異なる肥料条件で食べられるようになるまで栽培することには時間, 学生のやる気と手間, 場所を必要としたが, 費用は僅かであった。粒状の緩効性窒素肥料は直接手で触っても問題ないので, 小学生の植物の生育実験に用いれば, 窒素 (肥料) が植物の生育に役立つことを実感することが出来て, 食育に役立つのではないかと感じた。

(補足)

エピソード1: 窒素肥料について, 栽培実験を開始する前の考え (印象) を尋ねたところ, 大半 (約75%) が必要なものと回答した。これは一般人に比べてかなり高いと思われる。この理由として, 2年後期の学生実験や植物栄養学の授業で硝酸イオンなどの無機態窒素が植物の成長に必要な

ものであることを理解していること、渡辺和彦氏（一般社団法人 食と農の健康研究所理事長）にヒトの健康に役立つ野菜の硝酸イオンについての最近の知見（硝酸イオンによるピロリ菌の感染抑制，心筋梗塞の発症予防効果などの硝酸イオンの健康に役立つ機能についての学術論文）を紹介していただいたことも影響しているのかも知れない。実験前には窒素肥料は「必要なもの」と答えた学生が，自分の結果が明瞭でなかったので，実験後には「分からない」と答えが変わった。一方で，実験前に「考えたことはなかった」8名の過

半数が実験後は「必要なもの」に変わった。

エピソード2：5年ほど前の秋の学生実験で，播種後一月ほどのある日に，学生からコムギの葉を刈り取ったのかと問われた。無N区や低N区のコムギの葉はそのままだったが，高N区のほとんどの葉が根元近くからハサミで切ったように無くなっていた。原因は，侵入したイノシシが柔らかいコムギの葉を食べたためと分かった。それを聞いた女子学生が，イノシシは化学肥料を気にしないのねとつぶやいた。