

土壌水分収支の精密計測・制御法の開発 (XIX)

-土壌水質の計測容易化と機能性野菜-

Development of precision measurement and control of soil moisture balance(XIX)

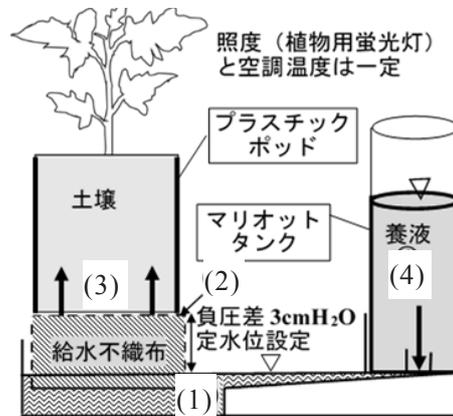
- Easy measurement of soil water quality and functional vegetables -

谷川寅彦¹

TANIGAWA Torahiko¹

1.はじめに：近年低窒素化や低カリウム化栽培（腎臓等にやさしい）の機能性野菜が注目されている。これらの適切な価格、品質、収量を保証するには栽培の効率化と精密化が必要となる。本研究ではこの栽培高度化を給水と土壌中の水質管理を中心に物質拡散の観点も加え検討する。また、精密化には肥料の必要量やそれによる栽培環境の計測を頻繁に行う必要があるが、そのために土壌水分水質計測の容易化も目指した。

2. 実験の概要：先ず、Fig. 1のように植物工場型の栽培条件においてミニトマト（栽培品種：甘っこ）栽培を行った。マサ土を用いたプラスチックポッド（φ16cm 1株植）下部に親水性の媒質（不織布）を差し込み負圧差灌漑式の毛管水分移動を確保した土耕栽培で、負圧を一定にするためにマリオットタンク(4)（容量1.5L）から給水を行い、設定負圧は(1)→(2)のように3cmH₂Oで一定とし土壌(3)に自動調節給水する。試験区は肥料の種類（液肥3種）ごとに1000倍と2000倍希釈、未施肥（未処理）の対照区計7区とした。肥料の種類別は低カリウム試験区（ホスカルN2-P15-K0-Ca5、サカタのタネ）、低窒素試験区（ホストップN0-P25-K20、サカタのタネ）、液肥（ハイポネックスN6-P10-K5、ハイポネックスジャパン）の構成とした。計測項目は、給水量とpH、EC、カルシウム、カリウム、ナトリウム、硝酸態窒素等の水質、草丈および温湿度などである。なお、外部環境に廃水は出ない。



(1)給水、(2)境界面、(3)土壌中：水質サンプル採取位置 (4)給水
システム内総保水量=(1)+(3)+(4)

Fig. 1 装置の概要

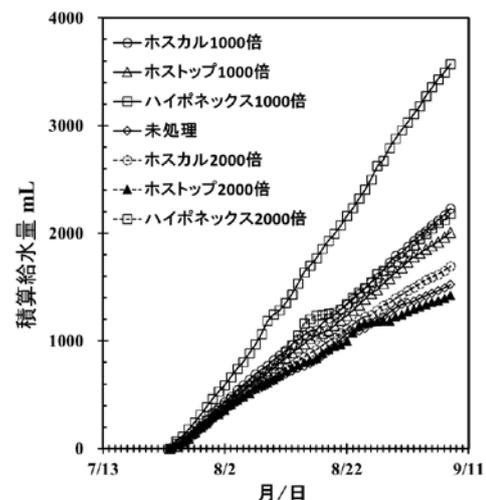


Fig. 2 積算給水量 (ミニトマト)

3. 結果と考察：(1)肥料成分への反応 給水は、ポッド土壌と不織布を通して(4)⇔(1)⇔(2)⇔(3)と連続しているために時間経過とともに土壌水（ポッド土壌中の水分）とはイオン平衡状態になっていくと考えられる。給水量は Fig. 2 に示すように一般配合の液肥であるハイポネックス 1000 倍希釈区で給水量が多い。なお、蒸発散などにより給水が進

¹ 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University

土壌水質、溶質移動、機能性野菜

行すると、肥料分が拡散あるいは土壤に吸収されない限り、段々と濃度が上がっていく傾向も考えられるが、同時に植物体に吸収されるためその限りではない。また、ペットボトルタンクに再注水（水と一定濃度の養分の追加）した場合も変動がみられ、Fig. 3 に示すカルシウムの場合、Fig. 1(1)の給水水質では、給水が一度希釈されたものの再度濃度が上昇し、さらに下降する現象がみられる。さらに、Fig. 1(1)(2)(3)における濃度の差異を Fig. 4 に示すが、(2)で若干の蒸発で高くなりボトルネックとなる。

(2)異なる土壤への適用と水質観測の容易化

次に、給水水質(1)を測ることで土壤水分水質(3)も分かれば理想的だが、Fig. 4 のように必ずしも明確ではない。そのため、簡単に土壤水を抽出する工夫を加え(サンプル採取口(3))、リーフレタス(栽培品種：ダンシング)のプラスチックポッド(φ19cm 3株植)栽培を、培養土(そのまんまもやせる土、タキイ製)とマサ土を用いて行った。ミニトマトの結果から測定項目や肥料設定は同じとし、希釈倍率は、1000倍とした。給水量の結果や収量や成分等は Table 1 に示すが、初めから養分豊富な培養土で成長がよく、給水量も多いが収量も多いため水生産性が高い。

しかし、窒素、カリウムとも補給量が少ないと収量は低下し水生産性も下がる傾向であり、元々の肥料分の少ないマサ土の試験区では肥料の効果は明確であるが、収量が減り全般に水生産性も低い。実用化には、負圧差灌漑装置のゼロエミッション性を活かせば、ロスが無いことから培地自体から精密に生育に過不足ない必要量の肥料分を当初から与え、特にカリウムなどは追肥などで微調整するのが良いと考える。給水(1)と不織布に吸収させ取水した土壤水分(3)水質の変動は、Fig. 5 にカリウムで示す。土壤の状態や水盤の元の水質の影響を受けた結果、当初もやせる土の土壤水以外濃度が低いと考えるが最終的には給水水質に近い値になり、ある程度相関性が見られる。

しかし、濃淡の変動が、ナトリウム、カリウム、硝酸態窒素などとカルシウムなどの間で逆転する場合もあって複雑であった。しかし、土壤水採取自体は極めて簡単になりデータの集積は容易となった。今後ディープラーニング等による管理精密化も考えられる。

しかし、濃淡の変動が、ナトリウム、カリウム、硝酸態窒素などとカルシウムなどの間で逆転する場合もあって複雑であった。しかし、土壤水採取自体は極めて簡単になりデータの集積は容易となった。今後ディープラーニング等による管理精密化も考えられる。

4.まとめ：土耕型装置においても、培養土の養分管理、養分調節した液肥追肥により十分機能性野菜の栽培に精密・環境適応型で対応できることが示されたと考える。

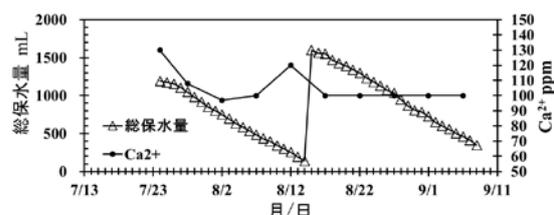


Fig. 3 システム内総保水量と Ca²⁺の変動 (ミニトマト、ホスカル 1000 倍)

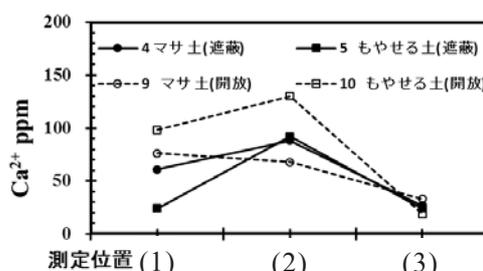


Fig. 4 測定位置によるイオン濃度の違い (未植栽、ハイポネックス 1000 倍)

Table 1 リーフレタスの成分

もやせる土	低窒素区	低カリウム区	液肥区	未施肥区	
積算給水量 mL	2739	2484	2548	1795	
実験期間	2017/11/8~2017/12/1				
収量 g	132.1	86.2	159.5	35.5	
水生産性 g/L	48.2	34.7	62.6	19.8	
成分量 mg/kg	K ⁺	3929	3936	3646	4172
	NO ₃ ⁻ -N	866	946	924	879
マサ土	低窒素区	低カリウム区	液肥区	未施肥区	
積算給水量 mL	1662	2197	2191	2420	
実験期間	2017/11/8~2017/12/8				
収量 g	18.3	50.1	62.5	25.6	
水生産性 g/L	11.0	22.8	28.5	10.6	
成分量 mg/kg	K ⁺	4527	1918	2164	3305
	NO ₃ ⁻ -N	308	314	501	735

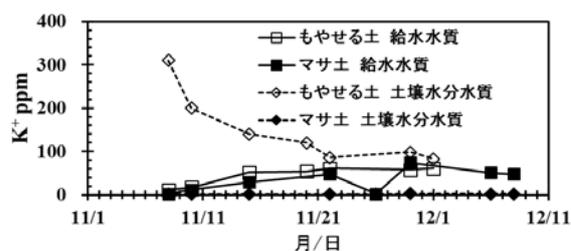


Fig. 5 土壤水分水質・給水水質 K⁺の変動