

**隔離土耕栽培の給水法に関する研究 (Ⅷ)**  
**- RGB-D カメラポイントクラウドによる植物体の生育状況評価 -**  
**Study on Water Supply Method of Isolated Soil Culture(VIII)**  
**- Evaluation of plant growth condition by point cloud of RGB-D camera -**

谷川寅彦<sup>1</sup>  
 TANIGAWA Torahiko<sup>1</sup>

**1. はじめに：** 栽培管理をより容易なものとするには、給水管理の最適化とその自動化、土壌などの化学的特性に関する迅速な把握、生育状況の連続的で総体的把握が必要であり、ここでは生育状況の把握についてデジタル光学的画像からの把握に注目する。本研究では、3D形状測位センサとして比較的廉価な視差測定法を主な測距原理として用いているステレオ式 RGB-D (Depth) カメラにより、各ピクセル位置での深度データ (3D のポイントクラウドデータ) を色データと共に取得した。なお、視差の観測不可の位置、例えば葉の重なった場所はうまく計測できない透視もできない等の限界があるが、撮像条件をうまく調節できれば、十分な実用性能がありそうであった。このような装置で、先ず、RGB-D カメラで取得される茎葉の 3D ポイントクラウド (点群) データ取り扱いの方法を、幾何学図形や簡単な形状の茎葉を用いた基礎的モデルから検討した。具体的には、3D ポリコンデータ処理に使用される PLY (プライ) フォーマットデータから各種変換の試行を行い、次に、スプラウト (カイワレ大根) の群落を対象に、発芽から密集した繁茂状況までの 3D 形状把握、さらに生育状態のより具体的な把握を目指し、当初の自動給水を休止し、乾燥過程で放置し初期シオレ程度になるまでの茎葉形状に現れる変動を追跡した。その結果、3次元画像の簡易な撮影からでも生育管理の高度化に資する基礎的知見が得られると考えられた。



Fig.1 RGB-D カメラ

**2. 装置の概要：** Fig.1 に比較的廉価な RGB-D カメラの例としてインテル社製の Real Sense Depth Camera D435 の概略を示す。これは小型の動画撮影装置であるが、現在の検討では 3次元静止画像の活用で十分なレベルと考え、デジタルカメラの各ピクセル&深度位置 (3次元座標相当) に紐付いた RGB データがセットで得られればそれで十分であると考え。取得解像度は 1280X720 程度を基本として得られる静止画像を活用した。



Fig.2 ポイントクラウドの切り出し例  
 (ピーマン茎葉、1/2000a ワグナーポッド)

<sup>1</sup> 大阪公立大学大学院農学研究科  
 Graduate School of Agricultural Sciences, Osaka Metropolitan University

ポイントクラウド、RGB-D カメラ、茎葉繁茂

**3. 植生の測定法と考察：**予備実験として、簡単な幾何学モデルや比較的シンプルな茎葉を用いて先ず検討したが 1/2000a ワグナーポッドに植栽されたピーマン茎葉を対象として RGB-D ポイントクラウドの各種切り出し法を検討した一例を Fig.2 に示す。

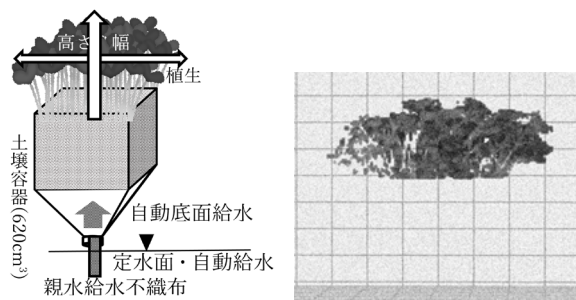
その次の段階の検討として生育速度の速さなどの理由によりスプラウト栽培を対象に検討を行った。Fig.3(1)に今回主に用いたスプラウト（カイワレ大根）栽培装置の概要と、RGB-D カメラを用いた茎葉部群落のポイントクラウドデータの処理例を示す。なお、ここで開発したプログラムは、Python で記述され主にデータフィルタ処理を複合化したものである。これらポイントクラウドの解析データを見ると、それぞれ、比較的単純な場合の葉の付き加減や密集した群落の特徴を捉えることができる程度はできていることが視覚面を含めわかる。Fig.3(2)では 1/1 から

2 週間程度の期間につき、スプラウトの播種から、発芽～生育の過程を追跡している。ここでは 1/11 より、RGB-D カメラによる形状把握を行っている。

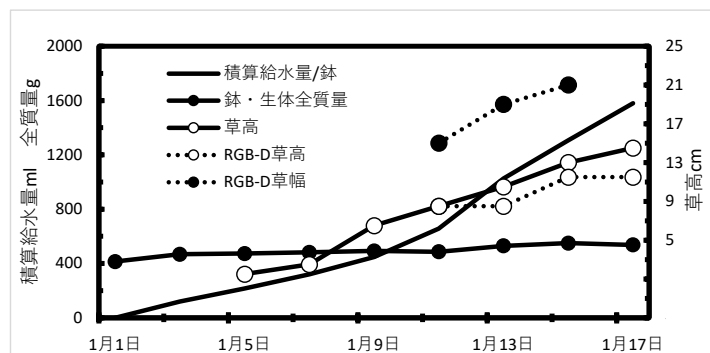
積算給水量は、全期間で 1L 強であったが、鉢と土壌、水分とスプラウトの総重量についてはあまり変わっておらず草高については、RGB-D と直接物差しで測った値と傾向が異なるところもある。最後に、

Fig.3(2)の時期に続いて行った給水を中止した Fig3 (3) の時期では、初期シオレの状態になるまで、水分減少させた場合は、植物を含む鉢の質量は 1 週間程度で殆ど 1/3 の質量まで、減少し、草高さも草幅も直接計測、RGB-D 結果ともおおむね同じ傾向である。なお、ここでいう茎長（平均値）は、シオレを伸ばした長さの計測でありこれは期間を通じてあまり変化は無い。

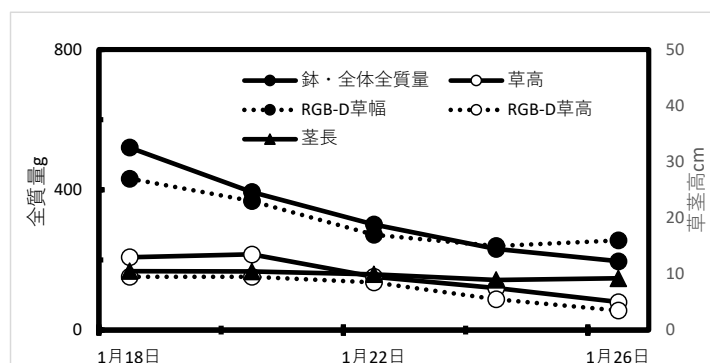
**4. おわりに：**今後、AI 等の活用を考えた場合でも、教師データの取得・活用などを含め繰り返し大量に測定を繰り返すことが必要であると考えられるので装置構成やソフトのさらなる改良が必要とも考えている。



(1)栽培装置と茎葉データ例



(2)スプラウトの発芽・生長の状況



(3) スプラウト群落のシオレの状況

Fig.3 ポイントクラウドからの生育状況の推定  
(カイワレ大根栽培)