

イチゴの新栽培装置「2段吊り上げシーソーシステム」の概要

伊藤栄治・高鷹生男*・環野敬志**・内海茂範**・梅田将規**・今井俊治

キーワード：イチゴ，栽培システム，可動ベッド，立体

イチゴの栽培方式は，土耕栽培から高設栽培への開発が進み，多くのメーカーや公設試験研究機関で独自のシステムが考案されている（中島，2002）。土耕栽培での葉かきなどの株管理や収穫作業等は，しゃがみ姿勢が強いられる。一方，高設栽培では，ほとんどの作業を立ち姿で行なうことが可能となり，身体への負荷軽減が図られている（前川ら，2000）。しかし，高設栽培の導入には，栽培ベッドの設置や培地の調整等が必要となるため，普及拡大には，低コストの施設開発や，収量増による収益性の向上が望まれる。増収を図る技術として，架台の異なる高さ位置に栽培ベッドを複数設置する多段栽培システム（庄下ら，1983；大谷ら，1983）や，通路部分に可動式の栽培ベッドを配置し，作業時にベッドを移動させて通路を確保する栽培システム（泰松，2001；島田ら，2003）が考案されている。多段栽培では，下位に位置する栽培ベッドでの受光量低下による株当たり収量の低下は見られるが，面積当たりの株数を2倍以上に増加することが可能である。また，可動式のシステムでは，面積当たりの株数は，慣行の高設栽培の1.5倍程度と多段式に比べて少ないが，栽培ベッドの受光量低下の影響がない。これらシステムは，慣行栽培の1.5倍程度の反収増加が図られており，栽培現場への導入もみられている。

本報は，単位面積当たりの株数を4倍にする「2段吊り上げシーソーシステム」（特許第3661152号）の概略を紹介する。システムの装置は，広島県立総合技術研究所農業技術センターに試作装置として設置されている（図1）。

1. 試作装置の設置状況

当農業技術センターに設置した試作装置の断面図を図2に示す。試作装置を設置したハウスは，間口6,000mm，長さ16,000mm，軒高3,800mm，棟高5,300mmの南北向きであ



図1 試作装置を設置したハウス（上）および内部の状況（下）

る。ハウス内には，長さ12,000mm，幅260mmの栽培ベッド16本を配置した（図2）。栽培ベッドは，角パイプとフィルム留め部材が一体となった鉄製の部材（商品名：スーパービニエース；渡辺パイプ株式会社）をベッド枠に用いた。栽培床は，枠材の間に防根透水シートを渡して作成し，その中に粉碎籾殻とピートモスを体積割合6：4で混合した培地を1株当たり2L充填させた。

* :KCオフィス

** :(株) ダイコーテクノ

栽培ベッドは、直径3mmのワイヤーにより、端から1,300mm, 1,400mm, 1,300mmの間隔パターンを繰り返して、合計10か所で吊り上げられている。また、栽培ベッドは、2ベッドずつ各吊り上げ位置で吊り金具で連結されている(図3)。吊り金具は、後に述べるシーソー動作において、対になる栽培ベッドの間隔を保つために必要な部材である。

対になった栽培ベッドを縦並びにし、隣のベッドと交互にハウス上部とハウス下部に配置することで4段の配置となり、上部に位置する栽培ベッドの下に作業スペースが確保される(図2)。

2. 栽培ベッドの動作方法

栽培ベッドの動きを図4に示す。栽培ベッドの動作は、ハウス上部と下部の栽培ベッド対を入れ替える動作(以下、上下移動と記す)と、対になった栽培ベッドの上下を入れ替える動作(以下、シーソー動作と記す)の2通りである。これは、各栽培ベッドの光環境を最適化するため、また、最適な栽培ベッド高での管理・収穫作業のために必要な動作である。これらの動作は、ハウス上部に設置した2本の駆動軸が回転することで行なわれる。2本の駆動軸(上軸と下軸)は、それぞれの軸の一端で100

V・90Wのモーターと連動しており、その動力で回転する(図2)。駆動軸の回転と栽培ベッド動作の関係を図5によって説明する。

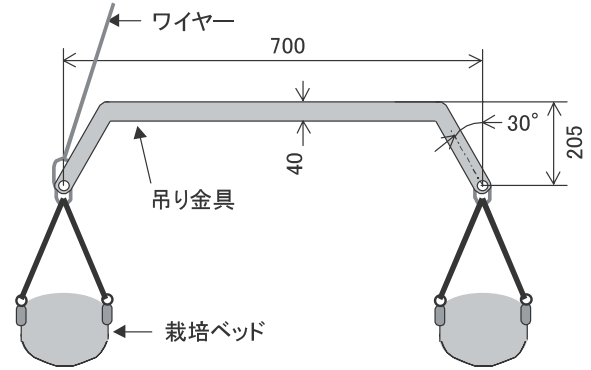


図3 吊り金具の概略図

注) 図中の長さ、幅単位はmm。図はシーソー動作途中で2本の栽培ベッドが同じ高さ位置になったときを示す。

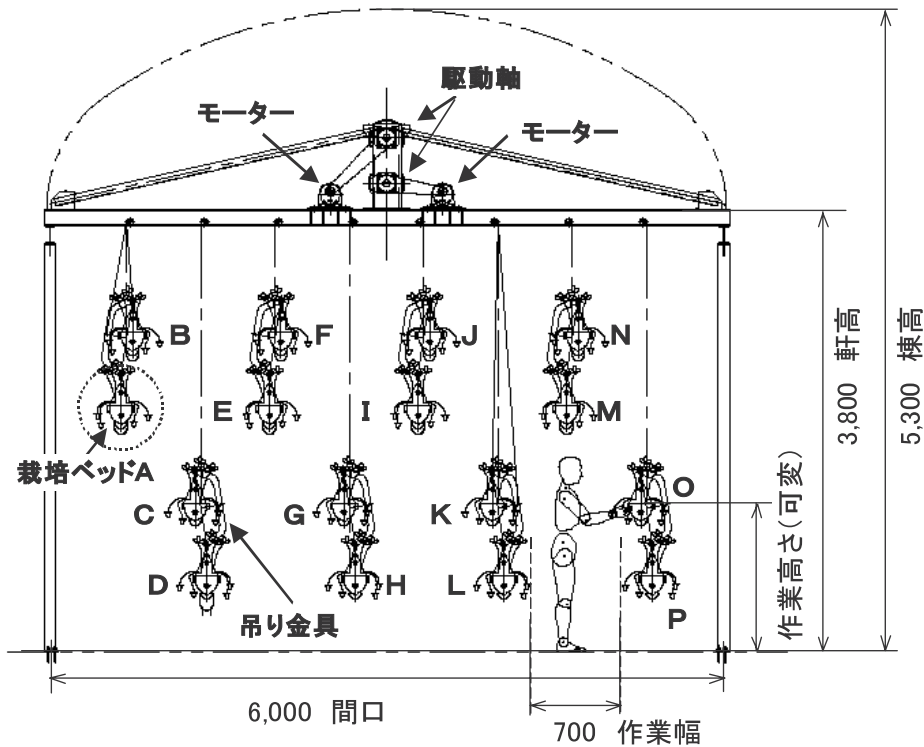


図2 試作装置を設置したハウスの断面図

注) 図中の数値単位はmm。16本の栽培ベッドは、図左側からA～Pの記号で示す。

栽培ベッドAを吊り上げているワイヤーは、駆動軸の上軸を介して、もう一端で栽培ベッドKを吊り上げている。同様に、栽培ベッドCを吊り上げているワイヤーは、上軸側を介して栽培ベッドMと繋がっている。一方、栽培ベッドBは栽培ベッドLと、栽培ベッドDは栽培ベッドNと駆動軸の下軸を介してワイヤーで繋がっている。

2つの栽培ベッドを吊ったワイヤーは、栽培ベッド動作を行なえる長さで駆動軸に何重にも巻きつけられており、また、ワイヤー長さの中間位置では、ワイヤー固定部により軸に固定されている。ワイヤーの駆動軸への固定は、駆動軸回転時にワイヤーが空回りするのを防止するためである。

ワイヤーの巻きつけ方法は、駆動軸の上から巻きつける方法（図5、タイプI）と軸の下から巻きつける方法（図5、タイプII）の2通りである。駆動軸が図5に示す方向で回転した場合、軸に巻かれたワイヤーは、一方は繰り出され、他方は巻き取られるため、タイプIおよびIIの巻きつけ方法で、それぞれ矢印の示す方向へワイヤーが移動する。

上下移動やシーソー動作は、栽培ベッドごとにワイヤーを巻きつける駆動軸と巻き付け方法を変えることで可能

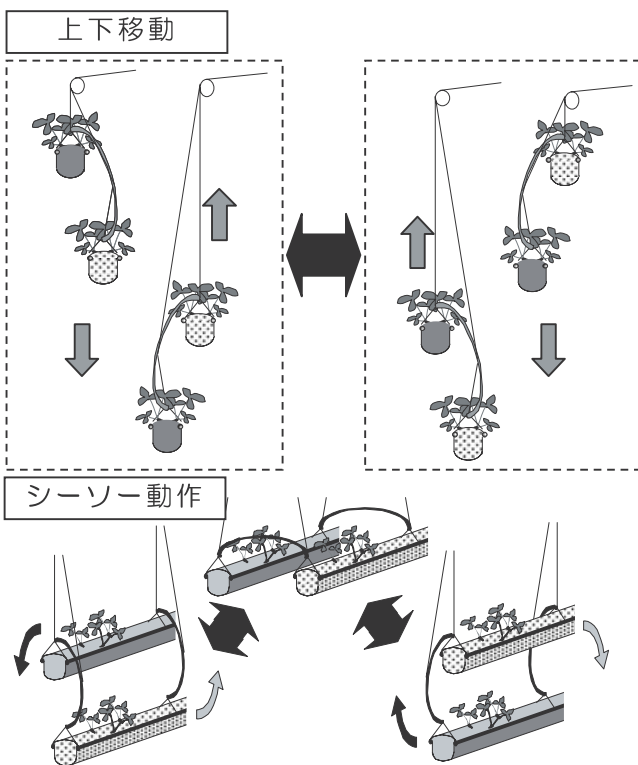


図4 栽培ベッドの上下移動およびシーソー動作の概略図

となる。例えば、図5の栽培ベッドA, B, CおよびDは表1に示すように駆動軸に巻きつけられている。栽培ベッドの動作は上下の駆動軸が同時に回転するが、その際、上軸と下軸がともに左回転（図5の断面から見た条件）した場合、AとBの栽培ベッド対はともに下降する方向に移動する。一方、CおよびDの栽培ベッド対は、上昇する方向に移動し、全体の動きとして上下移動となる。駆動軸がともに右回転をした場合は、逆の上下移動となる。また、駆動軸の上軸が左回転、下軸が右回転をした場合は、栽培ベッドAは下降する方向に、栽培ベッドBは上昇する方向となり、対をなす栽培ベッド間でのシーソー動作となる。上軸が右回転、下軸が左回転の場合は、逆のシーソー動作となる（表1）。なお、栽培ベッドK, L, MおよびNはワイヤーで繋がった栽培ベッドA, B, CおよびDと逆の動きとなる。

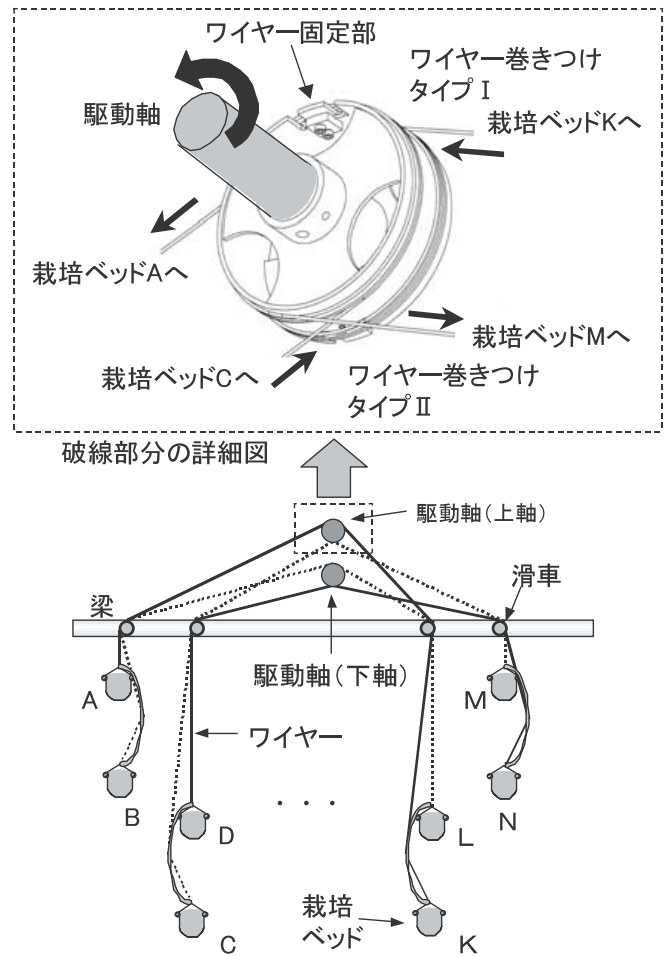


図5 栽培ベッド吊り上げワイヤーの連結状況と駆動軸への巻きつけ様式

表1 栽培ベッドAからDにおける駆動軸の回転方向と栽培ベッド動作の関係^{a)}

栽培 ベッド	駆動軸	巻きつけ 方法	上下移動での駆動軸の回転 方向 ^{b)}				シーソー移動での駆動軸の 回転方向			
			上軸 下軸	左 左	上軸 下軸	右 右	上軸 下軸	左 右	上軸 下軸	右 左
A	上軸	タイプ I	下降		上昇		下降		上昇	
B	下軸	タイプ I	下降		上昇		上昇		下降	
C	上軸	タイプ II	上昇		下降		上昇		下降	
D	下軸	タイプ II	上昇		下降		下降		上昇	

^{a)} 栽培ベッドKからNは、連結した栽培ベッドAからDの動きの逆となる。

^{b)} 軸の回転方向は図3の断面を基準として右回転、左回転とした。

各栽培ベッドは、上下移動とシーソー動作栽培を組み合わせることで、4段の各高さ位置のいずれにも配置することが可能となる。図6に上下移動とシーソー動作の組み合わせによる栽培ベッドの配置パターンを示す。

パターン1で最上段に位置する栽培ベッドAは、上下移動することで上から3段目（パターン2）に移動する。同栽培ベッドは、次にシーソー動作により3段目から最下段（パターン3）に移動し、さらに上下移動することで上から2段目（パターン4）に移動する。最後にシーソー動作により、同ベッドは元の最上段（パターン1）に戻る。

栽培ベッド動作に要する時間は、上下移動で4分、シーソー動作で1分50秒を要している。なお、動作に要する時間は、モーターと駆動軸のギア比を変えることで短縮することが可能である。

栽培ベッドの動作制御では、停止位置で駆動軸を動かすモーターの電源が自動的に切れるように設定されている。また、仮に栽培ベッドが停止位置を過ぎた場合、それを感知して直ちにモーターを停止させる安全機能も制御装置に組み込まれている。

3. 給液配管の設置方法

本システムでは、可動栽培ベッドへ水や培養液の供給を行なうことができる給液配管が必要となる。給液配管の概略を図7に示す。配管は、給液タンク内に設置された水中ポンプから最上段の栽培ベッドより200mm高い3,000mmの高さ位置まで、内径20mmの水道用塩化ビニル製パイプ（一般名：VPパイプ）を固定設置した。同固定パイプは各栽培ベッドへの接続部を有している。一方、栽培ベッドには、点滴かん水チューブが設置されており、同チューブにも栽培ベッド北端側に給液配管との接続部を有している。両接続部の間は、長さ3,200mm、内径19mm、

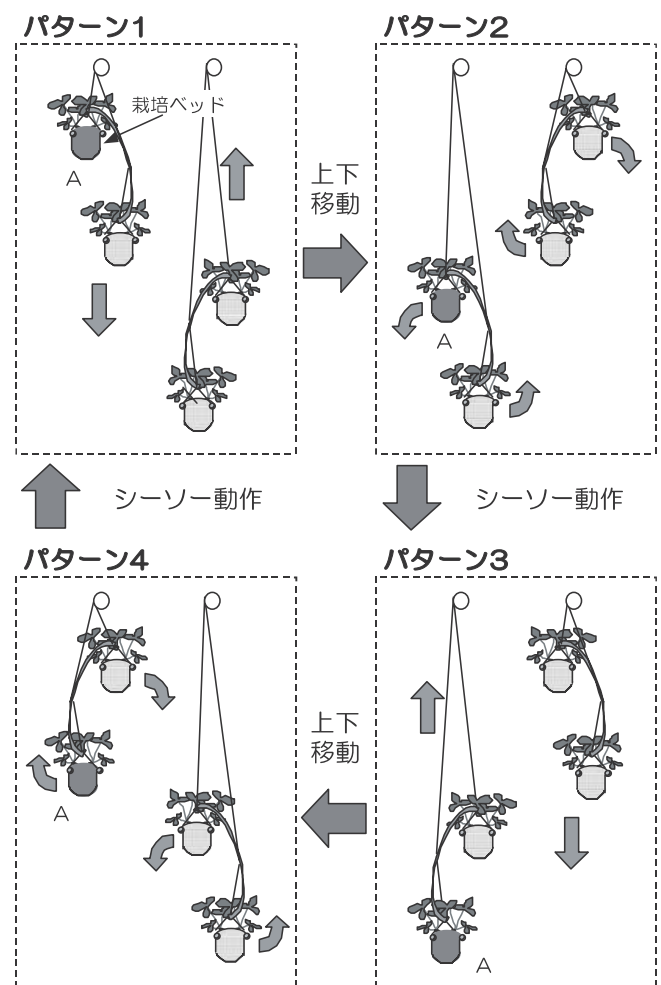


図6 上下移動とシーソー動作の組み合わせによる栽培ベッドの配置パターン

外径26mmの軟質塩化ビニル製チューブにより接続されている。このチューブは接続部以外固定されておらず、栽培ベッドの動きに対応して動くことができる。

この配管方法により、栽培ベッド動作を行なっても、各栽培ベッドへ給液を行なうことが可能となる。

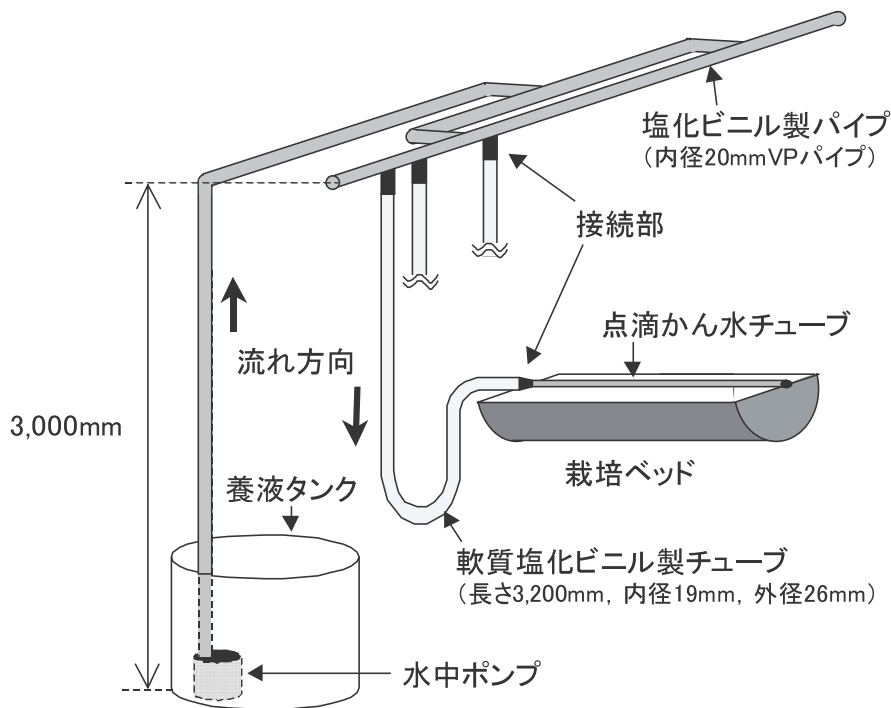


図7 給液配管方式の概略図

まとめ

可動式の栽培ベッドを立体的に配置し、面積当たりのイチゴ株数を慣行の高設栽培の4倍にする「2段吊り上げシーソーシステム」の試作装置を設置した。本装置はハウス上部に栽培ベッドを動かすための2本の駆動軸を有しており、各栽培ベッドごとに利用する駆動軸とその軸へのワイヤーの巻きつけ方法を変えることで上下移動やシーソー動作を行なうことが可能である。

各栽培ベッドへの給液装置は、栽培ベッドの動作に対応するため、固定配管と栽培ベッド間を軟質塩化ビニル製チューブで接続されている。

今後、本システムの実用化を推進するために、試作装置で得られた知見を基に、低コスト化に向けて部材の検討による軽量化等の改善と共に、最高の収量を得るための最適な栽培ベッド動作の解明を図る。

引用文献

中島規子.2002.養液栽培の新マニュアル.日本施設園芸協会.pp268-273

前川寛之・桐山晴美・黒住徹.2000.農作業の軽作業化に関する人間工学的研究.イチゴ栽培における栽培面の高さと作業姿勢について.奈良農試研報31:1-8

大谷博実・大谷広之・富岡幸二. 1986. 施設イチゴの多段式養液少量循環栽培に関する試験(第1報)装置の開発について. 滋賀農試研報27:27-31

大谷博実・大谷広之・富岡幸二. 1986. 施設イチゴの多段式養液少量循環栽培に関する試験(第3報)施設内環境が生育に及ぼす影響. 滋賀農試研報27:41-46

庄下正昭・伊藤茂雄・西口郁夫・東上 剛・福永 勉. 1985. イチゴの立体栽培に関する研究. 三重農技セ研報. 13:7-19

泰松恒夫.2001.イチゴ高設栽培における吊り下げ式ベンチシステムの開発.今月の農業5月号.pp44-47

島田和紀・奈古屋隆人・角南晃・黄信成・田崎優子・岩本恒男・新堀行男・本島栄一.2003.先進的野菜生産技術の開発. 先進的野菜生産技術研究会.pp46-65

Outline of the Double Seesaw System for Cultivation of Strawberry.

Eiji ITOH, Ikuo KOTAKA¹, Takashi KANNO², Shigenori UTUMI²,
Masaki UMEDA² and Shunji IMAI

Summary

Strawberry plants (*Fragaria x ananassa* Duch.) are grown in the raised beds 'the double seesaw cultivating system'. This system can be planted four times of strawberry stocks compared to the conventional planting system. The system consists of 16 mobile beds that are arranged in three dimensions in a high roof greenhouse. The system has two driving shafts and each shaft rolls independently. And each bed is connected to the shafts with wire ropes. It is possible to change the position of beds by winding the direction of the wire ropes, and rolling the direction of the shafts. Each beds and nutrient solution suppliers are connected with flexible tubes, in order to enable to move the beds. It is necessary to reduce the weight of each part to save the system cost and determine the optimum timing of movement of the beds to get the maximum yield.