

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5920878号
(P5920878)

(45) 発行日 平成28年5月18日 (2016. 5. 18)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.		F I	
AO1G	31/00	(2006.01)	AO1G 31/00 612
AO1G	7/00	(2006.01)	AO1G 7/00 601C
AO1G	1/00	(2006.01)	AO1G 1/00 301Z
			AO1G 1/00 301H
			AO1G 1/00 303Z

請求項の数 19 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-17168 (P2012-17168)	(73) 特許権者	801000027
(22) 出願日	平成24年1月30日 (2012. 1. 30)		学校法人明治大学
(65) 公開番号	特開2012-196202 (P2012-196202A)		東京都千代田区神田駿河台 1-1
(43) 公開日	平成24年10月18日 (2012. 10. 18)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成26年10月16日 (2014. 10. 16)		弁理士 志賀 正武
(31) 優先権主張番号	特願2011-50343 (P2011-50343)	(74) 代理人	100106909
(32) 優先日	平成23年3月8日 (2011. 3. 8)		弁理士 棚井 澄雄
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100126882
			弁理士 五十嵐 光永
		(72) 発明者	玉置 雅彦
			神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1
			学校法人明治大学 生田キャンパス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 植物の栽培方法および植物の栽培装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

培養液を用いた水耕栽培による植物の栽培方法であって、前記植物は、前記植物の根域を育成する第一空間と前記植物の地上部を育成する第二空間とを仕切る仕切部材によって仕切られており、前記仕切部材を基準として前記第一空間側に配置された光源から、前記植物の根域に対して、可視域の波長範囲にある光を照射することを特徴とする植物の栽培方法。

【請求項 2】

前記光は、波長 [nm] が 600 ~ 750 の範囲にある赤色系の光 であることを特徴とする請求項 1 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 3】

前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあることを特徴とする請求項 2 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 4】

前記光は、波長 [nm] が 435 ~ 500 の範囲にある青色系の光 であることを特徴とする請求項 1 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 5】

前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあることを特徴とする請求項 4 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 6】

前記光は、波長 [nm] が 570 ~ 600 の範囲にある黄色系の光 であることを特徴とする請求項 1 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 7】

前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあることを特徴とする請求項 6 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 8】

前記光は、波長 [nm] が 600 ~ 750 の範囲にある赤色系の光 、および、波長 [nm] が 435 ~ 500 の範囲にある青色系の光 であることを特徴とする請求項 1 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 9】

前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあり、前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあることを特徴とする請求項 8 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 10】

前記光は、波長 [nm] が 600 ~ 750 の範囲にある赤色系の光 、波長 [nm] が 435 ~ 500 の範囲にある青色系の光 、および、波長 [nm] が 570 ~ 600 の範囲にある黄色系の光 であることを特徴とする請求項 1 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 11】

前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあり、前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあり、前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は 1 ~ 200 の範囲にあることを特徴とする請求項 10 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 12】

前記植物は、野菜類、花卉類又は穀類であることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の植物の栽培方法。

【請求項 13】

前記野菜類は、葉菜類、根菜類又は果菜類であることを特徴とする請求項 12 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 14】

前記葉菜類は、小松菜、ホウレン草、レタス、ミツバ、ねぎ、ニラ、サラダ菜、パセリ、青梗菜、春菊、ペパーミント、甘草およびバジルの群から選択される少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 13 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 15】

前記根菜類は、大根、二十日大根、人参、朝鮮人参、わさび、じゃがいも、サツマイモ、カブおよび生姜の群から選択される少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 13 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 16】

前記果菜類は、トマト、イチゴ、胡瓜、メロン、茄子およびピーマンの群から選択される少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 13 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 17】

前記花卉類は、バラ、シクラメン、チューリップ、キンギョソウ、ダリア、キク、ガーベラおよびランの群から選択される少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 12 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 18】

前記穀類は、イネ、コムギ、オオムギ、トウモロコシ、マメおよび雑穀の群から選択される少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 12 に記載の植物の栽培方法。

【請求項 19】

培養液を用いた水耕栽培による植物の栽培装置であって、
前記植物の根域を育成する第一空間と前記植物の地上部を育成する第二空間とを仕切る仕切部材と、

10

20

30

40

50

前記仕切部材を基準として前記第一空間側に配置され、前記植物の根域に可視域の波長範囲にある光を照射する手段と、
を備えたことを特徴とする植物の栽培装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、根域に対する可視光照射による植物の栽培方法および植物の栽培装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、屋内にて水耕栽培などにより人工的に農作物などの植物を栽培する場合、植物は光合成によって成長するため、植物の地上部（茎と葉）に、太陽光または太陽光に代わる人工光を照射している。

人工光を用いる場合、その光源としては、電熱灯、放電ランプ、蛍光灯、発光ダイオード（LED）などが用いられている。これらの光源の中でも、植物が生育するのに必要な波長の光のみを放射する、消費電力が小さくかつ電力/光変換効率がよい、寿命が長い、小型であるなどの特徴から、LEDが好適である。

【0003】

植物の生育には、波長400～500nmの青色系の光と、波長600～700nmの赤色系の光とが必要であることが知られている。そこで、光源としてLEDを用いた植物の栽培では、照明板に、赤色系の光を発光するLED（赤色系LED）と青色系の光を発光するLED（青色系LED）を複数配設し、赤色系LEDと青色系LEDを同時または交互に点灯することにより、植物の地上部に、赤色系の光と青色系の光を照射している（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-200746号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

LEDを用いて、地上部に光を照射する植物の栽培方法は、他の光源を用いた栽培方法よりも、省エネルギーにおいて高い効果が得られるものの、植物の生育を促進する点については顕著な効果が得られていなかった。そこで、水耕栽培などの人工栽培において、光源としてLEDを用いた場合、植物の生育を促進する方法が検討課題の1つとなっていた。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、水耕栽培において、植物の生育を促進することができる植物の栽培方法および植物の栽培装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の植物の栽培方法は、培養液を用いた水耕栽培による植物の栽培方法であって、前記植物は、前記植物の根域を育成する第一空間と前記植物の地上部を育成する第二空間とを仕切る仕切部材によって仕切られており、前記仕切部材を基準として前記第一空間側に配置された光源から、前記植物の根域に対して、可視域の波長範囲にある光を照射することを特徴とする。

【0008】

本発明の植物の栽培方法において、前記光は、波長[nm]が600～750の範囲にある赤色系の光、波長[nm]が435～500の範囲にある青色系の光 および/ま

10

20

30

40

50

たは波長 [nm] が 570 ~ 600 の範囲にある黄色系の光 であることが好ましい。

【0009】

本発明の植物の栽培方法において、前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は、対象とする植物によってその好適範囲が異なるが、1 ~ 200 の範囲にあることが好ましい。光合成有効光量子束密度が1未満であれば、根域への光照射効果に乏しく、200を超えると植物の生育が阻害されることがある。

【0010】

また、本発明の植物の栽培方法において、前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は、対象とする植物によってその好適範囲が異なるが、1 ~ 200 の範囲にあることが好ましい。光合成有効光量子束密度が1未満であれば、根域への光照射効果

10

【0011】

また、本発明の植物の栽培方法において、前記光 の光合成有効光量子束密度 [$\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$] は、対象とする植物によってその好適範囲が異なるが、1 ~ 200 の範囲にあることが好ましい。光合成有効光量子束密度が1未満であれば、根域への光照射効果に乏しく、200を超えると植物の生育が阻害されることがある。

【0012】

本発明の植物の栽培方法において、前記植物は、野菜類、花卉類又は穀類であることが好ましい。

【0013】

本発明の植物の栽培方法において、前記野菜類は、葉菜類、根菜類又は果菜類であることが好ましい。

20

【0014】

本発明の植物の栽培方法において、前記葉菜類は、小松菜、ホウレン草、レタス、ミツバ、ねぎ、ニラ、サラダ菜、パセリ、青梗菜、春菊、ペパーミント、甘草およびバジルの群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。

【0015】

本発明の植物の栽培方法において、前記根菜類は、大根、二十日大根、人参、朝鮮人参、わさび、じゃがいも、サツマイモ、カブおよび生姜の群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。

30

【0016】

本発明の植物の栽培方法において、前記果菜類は、トマト、イチゴ、胡瓜、メロン、茄子およびピーマンの群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。

【0017】

本発明の植物の栽培方法において、前記花卉類は、バラ、シクラメン、チューリップ、キンギョソウ、ダリア、キク、ガーベラおよびランの群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。

【0018】

本発明の植物の栽培方法において、前記穀類は、イネ、コムギ、オオムギ、トウモロコシ、マメおよび雑穀の群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。

40

【0019】

本発明の植物の栽培装置は、培養液を用いた水耕栽培による植物の栽培装置であって、前記植物の根域を育成する第一空間と前記植物の地上部を育成する第二空間とを仕切る仕切部材と、前記仕切部材を基準として前記第一空間側に配置され、前記植物の根域に可視域の波長範囲にある光を照射する手段と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明の植物の栽培方法および栽培装置によれば、培養液を用いた水耕栽培において、培養液中の植物の根域に対して、可視域の波長範囲にある光を照射することにより、従来の根域に光を照射しない水耕栽培よりも植物の根域および地上部の生育を促進することが

50

できる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の植物の栽培装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】本発明の実施例1、2および比較例1において、小松菜の地上部新鮮重を測定した結果を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例1、2および比較例1において、小松菜の地上部乾物重を測定した結果を示すグラフである。

【図4】本発明の実施例1、2および比較例1において、小松菜の根乾物重を測定した結果を示すグラフである。

【図5】本発明の実施例7～10および比較例4において、コマツナの地上部新鮮重を測定した結果を示すグラフである。

【図6】本発明の実施例7～10および比較例4において、コマツナの地上部乾物重を測定した結果を示すグラフである。

【図7】本発明の実施例11～13および比較例5、6において、レタスの地上部新鮮重を測定した結果を示すグラフである。

【図8】本発明の実施例11～13および比較例5、6において、レタスの地上部乾物重を測定した結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明の植物の栽培方法および植物の栽培装置の実施の形態について説明する。

なお、この実施の形態は、発明の趣旨をより良く理解させるために具体的に説明するものであり、特に指定のない限り、本発明を限定するものではない。

したがって、下記の実施形態において、第一空間と第二空間の仕切部材、明環境と暗環境、第二光源は、必須の要件となるものではないことはいうまでもなく、本発明における植物の根域に対する可視域の波長範囲にある光を照射することの効果の理解を助けるために設けたものである。

【0023】

「植物の栽培装置」

図1は、本発明の植物の栽培装置の一実施形態を示す概略構成図である。

本実施形態の植物の栽培装置（以下、「栽培装置」と略す。）10は、植物40の根域41を育成する第一空間11を形成する容器12と、容器12の上面12aに載置された仕切部材13と、容器12内を明環境とする第一光源14と、容器12の外周を覆い、容器12内を暗環境とする第一遮光部材15と、仕切部材13よりも上方の空間であり、植物40の地上部42を育成する第二空間16を明環境とする第二光源17と、第二空間16を覆い、第二空間16を暗環境とする第二遮光部材18とから概略構成されている。

【0024】

容器12は、立方体状、直方体状、円柱状などの種々の形状が考えられるが、水耕栽培ができる環境にあればよい。また、容器12は、光透過性の材料で形成されており、その内部が目視可能になっている。

光透過性の材料としては、ガラス、種々のプラスチックなどが挙げられる。このようにしておくことによって、容器12の外側から根域に光を照射することができる。また、根域に光を照射する光源を容器12の内側に配置すれば、容器12を透明にする必要はない。

【0025】

容器12は、その内部に培養液50が充填され、その培養液50中で植物40の根域41を育成するためのものである。

【0026】

仕切部材13は、板状をなしており、第一空間11と第二空間16の間に介在し、第一光源14の上方まで延在するように配置されている。これにより、第一光源14から放射

10

20

30

40

50

された光が第二空間 16 側に拡散しないとともに、第二光源 17 から放射された光が第一空間 11 (容器 12) 側に拡散しないようになっている。すなわち、仕切部材 13 は、第一空間 11 と第二空間 16 を便宜上、完全に仕切る (遮光する) ためのものである。ここで、完全に仕切るようにしたのは、本発明による植物の根域に可視域の波長範囲にある光を照射することによる効果の立証を明確化するためである。

したがって、仕切部材 13 は、第一空間 11 と第二空間 16 を完全に仕切るためではなく、植物を保持するために設けるものである。

このため、仕切部材 13 における第二空間 16 側には、植物 40 を所定の位置に支持するための支持部 (図示略) が設けられている。

植物 40 は、仕切部材 13 の支持部から下方 (仕切部材 13 の裏面 13 a 側) が根域 41 であり、仕切部材 13 の支持部から上方 (仕切部材 13 の表面 13 b 側) が地上部 42 である。

【0027】

仕切部材 13 の材料としては、種々の金属、種々のプラスチック、木材などが挙げられる。

遮光のための仕切部材 13 の色相は、十分な遮光性があれば特に限定されないが、遮光性が高いことから黒色が好ましい。なお、ここで言う十分な遮光性とは、仕切部材 13 により、第一光源 14 から放射された光が第二空間 16 側へ拡散しないとともに、第二光源 17 から放射された光が第一空間 11 側へ拡散しない程度の遮光性である。

また、保持のための仕切部材 13 の色相は、限定されるものではない。

【0028】

第一光源 14 は、その放射面 (光を放射する面) 14 a が容器 12 の外周の一部に対向するように配置されている。図 1 では、第一光源 14 は、放射面 14 a が、立方体状または直方体状の容器 12 の外側面 12 b のうちの 1 つに対向するように配置されている。

第一光源 14 としては、基板 19 の一方の面 19 a に、光源 20 が等間隔に並列に配設され、基板 19 の一方の面 19 a 側において、均一な光を放射する LED パネルが用いられる。

【0029】

光源 20 としては、可視域の波長範囲にある光を発するもの、例えば、電熱灯、放電ランプ、蛍光灯、発光ダイオード (LED) などが用いられるが、これらの中でも、波長が 600 ~ 750 nm の範囲にある赤色系の光を発するもの、波長が 435 ~ 500 nm の範囲にある青色系の光を発するもの、波長が 570 ~ 600 nm の範囲にある黄色系の光が好ましいことから、LED がより好ましい。

【0030】

赤色系の光を発する LED としては、植物の種類にもよるが、光の強度を表す光合成有効光量子束密度 (PPFD) が 1 ~ 200 $\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ の範囲にあるものが好ましい。

青色系の光を発する LED としては、植物の種類にもよるが、光の強度を表す光合成有効光量子束密度 (PPFD) が 1 ~ 200 $\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ の範囲にあるものが好ましい。

黄色系の光を発する LED としては、植物の種類にもよるが、光の強度を表す光合成有効光量子束密度 (PPFD) が 1 ~ 200 $\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ の範囲にあるものが好ましい。

なお、光合成有効光量子束密度 (PPFD) は、光合成に有効な可視光の単位時間、単位面積当たりの量子数を表している。

【0031】

第一遮光部材 15 は、容器 12 の外周の全てを覆うことができるように設けられている。

なお、第一光源 14 から第一空間 11 (容器 12 内) へ光を放射する場合、すなわち、第一空間 11 (容器 12 内) を明環境とする場合、第一遮光部材 15 により、上記の外側

10

20

30

40

50

面 1 2 b の 1 つを除いて、それ以外の容器 1 2 の外側面を全て覆う。

一方、第一光源 1 4 から第一空間 1 1 (容器 1 2 内) へ光を放射しない場合、すなわち、第一空間 1 1 (容器 1 2 内) を暗環境とする場合、第一遮光部材 1 5 により、容器 1 2 の外側面を全て覆う。

【 0 0 3 2 】

第一遮光部材 1 5 としては、種々の金属、種々のプラスチック、木材などからなる板状の部材、あるいは、種々の金属、種々のプラスチックなどからなる布状の部材などが挙げられる。

第一遮光部材 1 5 の色相は、十分な遮光性があれば特に限定されないが、遮光性が高いことから黒色が好ましい。なお、ここで言う十分な遮光性とは、第一遮光部材 1 5 により、第一光源 1 4 から放射された光が、容器 1 2 外へ拡散しない程度の遮光性である。

10

【 0 0 3 3 】

第二光源 1 7 は、その放射面 (光を放射する面) 1 7 a が仕切部材 1 3 の表面 1 3 b に対向するように、すなわち、第二光源 1 7 による放射光が植物 4 0 の地上部 4 2 に照射されるように配置されている。

第二光源 1 7 としては、蛍光灯、太陽光などが用いられる。

【 0 0 3 4 】

第二遮光部材 1 8 は、植物 4 0 の地上部 4 2 が存在する第二空間 1 6 を全て覆うことができるように設けられている。

なお、第二光源 1 7 から第二空間 1 6 に存在する植物 4 0 の地上部 4 2 へ光を放射しない場合、すなわち、第二空間 1 6 を暗環境とする場合、第二遮光部材 1 8 により、第二空間 1 6 を全て覆う。

20

一方、第二光源 1 7 から第二空間 1 6 に存在する植物 4 0 の地上部 4 2 へ光を放射する場合、すなわち、第二空間 1 6 を明環境とする場合、第二遮光部材 1 8 により、第二光源 1 7 とともに第二空間 1 6 を覆うか、あるいは、第二遮光部材 1 8 により、第二空間 1 6 を覆わない。

【 0 0 3 5 】

第二遮光部材 1 8 としては、種々の金属、種々のプラスチック、木材などからなる板状の部材、種々の金属、種々のプラスチックなどからなる布状の部材などが挙げられる。

第二遮光部材 1 8 の色相は、十分な遮光性があれば特に限定されないが、遮光性が高いことから黒色が好ましい。なお、ここで言う十分な遮光性とは、第二遮光部材 1 8 により、第二空間 1 6 を囲む空間からの光が植物 4 0 の地上部 4 2 に照射されない程度の遮光性である。

30

【 0 0 3 6 】

栽培装置 1 0 によれば、第一遮光部材 1 5 により、外側面 1 2 b 以外の容器 1 2 の外側面を全て覆った状態で、外側面 1 2 b から容器 1 2 内の培養液 5 0 中に、第一光源 1 4 から光を放射するので、植物 4 0 の根域 4 1 に、その光を効率的に照射することができる。

その結果、従来の水耕栽培よりも植物 4 0 の根域 4 1 および地上部 4 2 の生育を促進することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、この実施形態では、第一光源 1 4 が、その放射面 1 4 a が容器 1 2 の外側面の 1 つ (外側面 1 2 b) に対向するように配置された場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。

40

本発明にあっては、第一光源が、その放射面が容器の底面に対向するように配置されていてもよい。また、第一光源がこのように配置されている場合、第一遮光部材により、容器の外側面を全て覆う。

【 0 0 3 8 】

「植物の栽培方法」

次に、図 1 を参照して、本発明の植物の栽培方法の一実施形態を説明する。

本実施形態の植物の栽培方法は、培養液を用いた水耕栽培による植物の栽培方法である

50

まず、容器 1 2 内に培養液 5 0 を充満する（工程 A）。

【 0 0 3 9 】

培養液 5 0 は、植物 4 0 が成長するために必要な養分を含む肥料を水に溶かして調製したものである。

肥料としては、例えば、水耕（養液）栽培用肥料である、カネコ養液栽培用肥料ファームエース 1 号（商品名、カネコ種苗社製）およびカネコ養液栽培用肥料ファームエース 2 号（商品名、カネコ種苗社製）などが用いられる。

【 0 0 4 0 】

カネコ養液栽培用肥料ファームエース 1 号は、窒素全量 1 0 . 0 質量%（うちアンモニア性窒素 1 . 7 質量%、硝酸性窒素 8 . 0 質量%）、水溶性リン酸 8 . 0 質量%、水溶性カリウム 2 6 . 0 質量%、水溶性苦土 4 . 0 質量%、水溶性マンガン 0 . 1 0 質量%、水溶性ホウ素 0 . 1 0 質量%を含む粉末状の肥料である。

カネコ養液栽培用肥料ファームエース 2 号は、硝酸性窒素 1 1 . 0 質量%を含む粉末状の肥料である。

【 0 0 4 1 】

カネコ養液栽培用肥料ファームエース 1 号および 2 号を用いて、培養液 5 0 を調製する場合、水にカネコ養液栽培用肥料ファームエース 1 号を溶解させた後、その溶液に、カネコ養液栽培用肥料ファームエース 2 号を添加して、溶解させる。

このようにして得られた培養液 5 0 は無色透明であるので、第一光源 1 4 から放射された光を培養液 5 0 に照射した場合、その光の強度を減衰することがない。

【 0 0 4 2 】

次いで、容器 1 2 の上面 1 2 a に、仕切部材 1 3 を載置する（工程 B）。

次いで、第一遮光部材 1 5 により、容器 1 2 の外周の全てを覆い、第一空間 1 1（容器 1 2 内）を暗環境とするとともに、仕切部材 1 3 の表面 1 3 b 側に設けられた支持部に、植物 4 0 の種子を配置（播種）し、植物の種類にもよるが、この状態を 1 日～3 0 日間維持して、植物 4 0 の根域 4 1 を育成する（工程 C 1）。

なお、朝鮮人参にあっては、数年を要する場合がある。

すなわち、工程 C 1 では、培養液 5 0 中を暗環境下として、植物 4 0 の苗を育てる。

【 0 0 4 3 】

なお、工程 C 1 では、第二空間 1 6 を、所定の時間おきに交互に明環境および暗環境とする。すなわち、第二空間 1 6 を明環境とする場合、第二光源 1 7 から第二空間 1 6 へ光を放射する。一方、第二空間 1 6 を暗環境とする場合、第二光源 1 7 から第二空間 1 6 への光の放射を止めるとともに、第二遮光部材 1 8 により、第二空間 1 6 を全て覆う。第二空間 1 6 を明環境および暗環境とする周期は特に限定されないが、例えば、1 2 時間とする。

また、上記の支持部は、仕切部材 1 3 の裏面 1 3 a 側に貫通する穴であり、支持部に配置（播種）した種子は容器 1 2 内の培養液 5 0 と接するようになっている。

【 0 0 4 4 】

また、工程 C 1 において、第一空間 1 1 および第二空間 1 6 の温度は、5 ~ 3 5 であることが好ましい。

また、第二空間 1 6 の湿度は、3 0 ~ 7 0 % であることが好ましい。

さらに、培養液 5 0 の温度は、5 ~ 3 5 であることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

あるいは、工程 B に次いで、工程 C 1 の代わりに、以下のような工程 C 2 を実施する。

植物 4 0 の種子を培養土に播種し、その培養土を囲む空間を、所定の時間おきに交互に明環境および暗環境とし、植物の種類にもよるが、この状態を 1 日～3 0 日間維持して、植物 4 0 の根域 4 1 を育成する（工程 C 2）。

すなわち、工程 C 2 では、培養土を用いて、植物 4 0 の苗を育てる。

培養土を囲む空間を明環境および暗環境とする周期は特に限定されないが、例えば、1

10

20

30

40

50

2時間とする。

【0046】

また、工程C2において、種子を播種した培養土を囲む空間の温度は、5～35であることが好ましい。

また、種子を播種した培養土を囲む空間の湿度は、30～70%であることが好ましい。

工程C2で育苗した植物40を用いる場合、仕切部材13の表面13b側に設けられた支持部に、その植物40を定植する。ここでも、支持部は、仕切部材13の裏面13a側に貫通する穴である。

【0047】

次いで、第一遮光部材15により、外側面12bの1つ以外の容器12の外側面を全て覆った状態で、第一光源14から第一空間11（容器12内）へ光を放射して、培養液50中を明環境下として、工程C1または工程C2を経て育苗した植物40を育成する（工程D）。

すなわち、工程Dでは、植物40の根域41に対して、可視域の波長範囲にある光を照射することにより、植物40を育成する。

【0048】

第一光源14から植物40の根域41に照射する光は、波長が600～750nmの範囲にある赤色系の光、波長が435～500nmの範囲にある青色系の光、および/または、波長が570～600nmの範囲にある黄色系の光が好ましい。

波長が600～750nmの範囲にある赤色系の光の強度は、植物の種類にもよるが、光合成有効光量子束密度（PPFD）が1～200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の範囲にあることが好ましい。

また、波長が440～500nmの範囲にある青色系の光の強度は、植物の種類にもよるが、光合成有効光量子束密度（PPFD）が1～200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の範囲にあることが好ましい。

また、波長が570～600nmの範囲にある黄色系の光の強度は、植物の種類にもよるが、光合成有効光量子束密度（PPFD）が1～200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の範囲にあることが好ましい。

【0049】

なお、工程Dでは、第二空間16を、明環境のみ、または、所定の時間おきに交互に明環境および暗環境とする。すなわち、第二空間16を明環境とする場合、第二光源17から第二空間16へ光を放射し、植物40の地上部42に光を照射する。一方、第二空間16を暗環境とする場合、第二光源17から第二空間16への光の放射を止めるとともに、第二遮光部材18により、第二空間16を全て覆う。第二空間16を明環境および暗環境とする周期は特に限定されないが、例えば、12時間とする。

【0050】

また、工程Dにおいて、植物40の根域41に対して、可視域の波長範囲にある光を照射することにより、植物40の根域41および地上部42を育成する。

【0051】

また、工程Dにおいて、第一空間11および第二空間16の温度は、5～35であることが好ましい。

また、第二空間16の湿度は、30～70%であることが好ましい。

さらに、培養液50の温度は、5～35であることが好ましい。

【0052】

本発明を適用可能な植物としては、野菜類、花卉類および穀類が挙げられる。

野菜類としては、葉菜類、根菜類および果菜類が挙げられる。

【0053】

葉菜類としては、小松菜、ホウレン草、レタス、ミツバ、ねぎ、ニラ、サラダ菜、パセリ、青梗菜、春菊、ペパーミント、甘草およびバジルの群から選択される少なくとも1種

10

20

30

40

50

が挙げられる。

【0054】

根菜類としては、大根、二十日大根、人参、朝鮮人参、わさび、じゃがいも、サツマイモ、カブおよび生姜の群から選択される少なくとも1種が挙げられる。

【0055】

果菜類としては、トマト、イチゴ、胡瓜、メロン、茄子およびピーマンの群から選択される少なくとも1種が挙げられる。

【0056】

花卉類としては、バラ、シクラメン、チューリップ、キンギョソウ、ダリア、キク、ガーベラおよびランの群から選択される少なくとも1種が挙げられる。

10

【0057】

穀類としては、イネ、コムギ、オオムギ、トウモロコシ、マメおよび雑穀の群から選択される少なくとも1種が挙げられる。

【0058】

本発明では、異なる種類の植物が混植されていてもよい。本発明を適用可能な植物であれば、1つの植物の栽培装置に対して、2種類以上の植物を混植してもよい。ただし、2種類以上の植物を混植する場合、栽培条件がほぼ等しい植物を混植することが好ましい。

このようにすれば、植物を効率的に育成することができる。

【0059】

本実施形態の植物の栽培方法によれば、第一光源14から第一空間11へ光を放射して、植物40の根域41に、その光を照射するので、従来の水耕栽培よりも植物40の根域41および地上部42の生育を促進することができる。

20

【0060】

なお、この実施形態では、第一光源14から容器12の外側面の1つ（外側面12b）へ光を放射して、培養液50中を明環境下とした場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。

本発明にあつては、第一光源から容器の底面へ光を放射して、培養液中を明環境下としてもよい。また、第一光源から容器の底面へ光を放射する場合、第一遮光部材により、容器の外側面を全て覆う。

【0061】

なお、本発明の植物の栽培方法は、水耕栽培のみならず、土の代りとなる培養液を含み、透明かつゲル状の培地に作物を植えて、その培地の中で植物の根域を育成する固液培地耕栽培、根域に培養液を霧状に噴霧する噴霧耕栽培などにも適用することができる。

30

これらの栽培方法はいずれも、根域が鉛直方向下方において目視可能となるように支持された状態で、植物を育成する方法であることから好都合である。すなわち、植物の根域に対して、直接、可視域の波長範囲にある光を照射することができる栽培方法であれば、本発明の植物の栽培方法を適用することができる。

【実施例】

【0062】

以下、実施例および比較例により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

40

【0063】

（実施例1）＜小松菜の育成＞

小松菜（品種名：照彩コマツナ、トーホク社）の種子を培養土に播種し、この培養土を設置した空間の温度（室温）を20とし、12時間おきに暗環境および明環境とする周期で、1週間育苗した。

次いで、縦20cm×横20cm×深さ20cm、容積8L（リットル）の立方体状のガラス水槽中に、1/3単位の培養液を注入した。ここで、1/3単位の培養液とは、培養液メーカーの培養液調製処方を1単位としたとき、つまり、1倍量の水で希釈すべきところを3倍量の水で希釈したことを意味する。

50

この培養液としては、水に肥料A（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース1号、カネコ種苗社製）を溶解させた後、その溶液に、肥料B（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース2号、カネコ種苗社製）を添加して、溶解させて調製したものをを用いた。

次いで、ガラス水槽中の培養液に浮かべた発泡ポリスチレン（商品名：スタイロフォーム、ダウ化工社製）に形成した貫通穴に、小松菜の苗を定植した。このとき、小松菜の根域が発泡ポリスチレンの下方に配置されて、その根域が培養液中に存在し、一方、小松菜の地上部が発泡ポリスチレンの上方に配置されるようにした。

【0064】

次いで、黒色の布でガラス水槽の外側面を全て覆って、LEDランプ（商品名：トルネードACE、キーストーンテクノロジー社製）からガラス水槽の底面へ光を放射して、培養液中の小松菜の根域に、光を24時間照射した。

小松菜の根域に照射した光は、波長473nmの青色系の光であり、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

また、小松菜の根域への光の照射中、12時間おきに蛍光灯から小松菜の地上部に光を照射した。すなわち、小松菜の地上部が存在する空間を、12時間おきに明環境および暗環境とした。小松菜の地上部に照射した光は、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

このような小松菜の根域への光の照射を21日間継続した。

なお、小松菜の根域への光の照射中、エアレーションを行わず、ガラス水槽を設置した空間の雰囲気温度を 20°C 、ガラス水槽中の培養液の温度を 20°C とした。

【0065】

小松菜の根域への光の照射開始から21日後、小松菜を収穫し、その小松菜について、（1）生育調査と（2）根系調査を行った。

（1）生育調査

小松菜について、地上部新鮮重、地上部乾物重および根乾物重を測定した。

地上部乾物重は、地上部新鮮物を 80°C で48時間乾燥した後に測定した。また、根乾物重は、根新鮮物を 80°C で48時間乾燥した後に測定した。

なお、地上部新鮮重、地上部乾物重および根乾物重は、1回当たり12個体の小松菜を育成し、同様の試験を4回行った平均値である。

結果を表1および図2～4に示す。

【0066】

（2）根系調査

小松菜について、ルートスキャナー（商品名：WinRHIZO 2009a, b, c, Regent Instrument, Quebec, Canada製）を用いて、全ての根の長さ（総根長）、根の表面積、根の体積および根の直径の平均（平均根径）を測定した。

なお、総根長、根の表面積、根の体積および平均根径は、1回当たり12個体の小松菜を育成し、同様の試験を4回行った平均値である。

結果を表2に示す。

【0067】

（実施例2）<小松菜の育成>

小松菜の根域に照射した光を、波長635nmの赤色系の光とし、その光合成有効光量子束密度（PPFD）を $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした以外は実施例1と同様にして、小松菜を育成した。

収穫後の小松菜について、実施例1と同様にして、（1）生育調査と（2）根系調査を行った。

結果を表1、表2および図2～4に示す。

【0068】

（比較例1）<小松菜の育成>

小松菜の根域に光を照射しなかった以外は実施例 1 と同様にして、小松菜を育成した。収穫後の小松菜について、実施例 1 と同様にして、(1) 生育調査と(2) 根系調査を行った。

結果を表 1、表 2 および図 2 ~ 4 に示す。

【 0 0 6 9 】

【表 1】

	生育調査項目		
	地上部新鮮重 (g)	地上部乾物重 (g)	根乾物重 (g)
実施例 1 (青色系光)	5.80	0.37	0.29
実施例 2 (赤色系光)	6.22	0.42	0.30
比較例 1 (非照射)	4.59	0.27	0.28

10

【 0 0 7 0 】

【表 2】

	根系調査項目			
	根総長 (cm)	表面積 (cm ²)	体積 (cm ³)	平均根径 (cm)
実施例 1 (青色系光)	46.37	50.33	0.47	0.32
実施例 2 (赤色系光)	60.08	53.10	0.41	0.32
比較例 1 (非照射)	47.62	43.41	0.34	0.28

20

30

【 0 0 7 1 】

(1) 生育調査の結果

表 1 および図 2 ~ 4 の結果から、生育調査において、実施例 2 の小松菜の根域に赤色系の光を照射した場合、地上部新鮮重が 6 . 2 2 g、地上部乾物重が 0 . 4 2 g、根乾物重が 0 . 3 0 g であり、実施例 1、2 および比較例 1 の中で最も重量が大きく、かつ、比較例 1 の小松菜の根域に光を照射しなかった場合(地上部新鮮重が 4 . 5 9 g、地上部乾物重が 0 . 2 7 g、根乾物重が 0 . 2 8 g) よりも有意に大きかった。

また、表 1 および図 2 ~ 4 の結果から、生育調査において、実施例 1 の小松菜の根域に青色系の光を照射した場合、地上部新鮮重が 5 . 8 0 g、地上部乾物重が 0 . 3 7 g であり、比較例 1 (地上部新鮮重が 4 . 5 9 g、地上部乾物重が 0 . 2 7 g) よりも有意に大きかった。

40

【 0 0 7 2 】

(2) 根系調査の結果

表 2 の結果から、根系調査において、実施例 2 では、総根長が 6 0 . 0 8 c m、根の表面積が 5 3 . 1 0 c m²、平均根径 0 . 3 2 c m であり、比較例 1 (総根長が 4 7 . 6 2 c m、根の表面積が 4 3 . 4 1 c m²、平均根径 0 . 2 8 c m) よりも有意に大きかった。

また、表 2 の結果から、根系調査において、実施例 1 では、根の体積が 0 . 4 7 c m³

50

であり、実施例 1、2 および比較例 1 の中で最も大きかった。

【0073】

以上の結果から、小松菜の根域に赤色系の光または青色系の光を照射することにより、従来の根域に光を照射しない（非照射）栽培法よりも、小松菜の地上部の生育を促進できることが明らかとなった。

また、小松菜の根域に赤色系の光を照射した場合、非照射の場合よりも、根乾物重や総根長、根の表面積が有意に大きかったことから、小松菜の根域に赤色系の光を照射した場合、非照射の場合よりも、根域の発達を促進することができることが示唆された。

さらにまた、根域に青色系の光を照射した場合、非照射の場合よりも根体積が有意に大きかったことから、小松菜の根域に青色系の光を照射した場合、非照射の場合よりも根域の発達を促進することができることが示唆された。

したがって、小松菜の根域に赤色系の光または青色系の光を照射することにより、小松菜の生産性が向上することが明らかとなった。特に、小松菜の根域に赤色系の光を照射した場合、その効果が顕著であった。

また、この結果から、本発明は、小松菜以外の葉菜類への応用が期待される。

【0074】

（実施例 3）＜ハツカダイコンの育成＞

ハツカダイコン（品種名：ミニこまち、アタリヤ農園社）の種子を培養土に播種し、この培養土を設置した空間の温度（室温）を 20 とし、12 時間おきに暗環境および明環境とする周期で、1 週間育苗した。

次いで、容積 1 L（リットル）のプラスチック製容器中に、1 単位の培養液を注入した。

この培養液としては、水に肥料 A（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース 1 号、カネコ種苗社製）を溶解させた後、その溶液に、肥料 B（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース 2 号、カネコ種苗社製）を添加して、溶解させて調製したものをを用いた。

次いで、プラスチック製容器中の培養液に浮かべた発泡ポリスチレン（商品名：スタイロフォーム、ダウ化工社製）に形成した貫通穴に、ハツカダイコンの苗を定植した。このとき、ハツカダイコンの根域が発泡ポリスチレンの下方に配置されて、その根域が培養液中に存在し、一方、ハツカダイコンの地上部が発泡ポリスチレンの上方に配置されるようにした。

【0075】

次いで、黒色の布でプラスチック製容器の外側面を全て覆って、LED ランプ（商品名：トルネード ACE、キーストーンテクノロジー社製）からプラスチック製容器の底面へ光を放射して、培養液中のハツカダイコンの根域に、光を 24 時間照射した。

ハツカダイコンの根域に照射した光は、波長 460 nm の青色系の光であり、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $50 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ であった。

また、ハツカダイコンの根域への光の照射中、12 時間おきに蛍光灯からハツカダイコンの地上部に光を照射した。すなわち、ハツカダイコンの地上部が存在する空間を、12 時間おきに明環境および暗環境とした。ハツカダイコンの地上部に照射した光は、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $100 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ であった。

このようなハツカダイコンの根域への光の照射を 21 日間継続した。

なお、ハツカダイコンの根域への光の照射中、エアレーションを行わず、プラスチック製容器を設置した空間の雰囲気温度を 20、プラスチック製容器中の培養液の温度を 20 とした。

【0076】

ハツカダイコンの根域への光の照射開始から 21 日後、ハツカダイコンを収穫し、そのハツカダイコンについて、（3）生育調査、（4）根系調査および（5）地上部系調査を行った。

（3）生育調査

ハツカダイコンについて、地上部新鮮重、地上部乾物重、根新鮮重および根乾物重を測定した。

地上部乾物重は、地上部新鮮物を80で48時間乾燥した後に測定した。また、根乾物重は、根新鮮物を80で48時間乾燥した後に測定した。

なお、地上部新鮮重、地上部乾物重、根新鮮重および根乾物重は、1回当たり16個体のハツカダイコンを育成し、同様の試験を3回行った平均値である。

結果を表3に示す。

【0077】

(4) 根系調査

ハツカダイコンについて、ルートスキャナー(商品名: WinRHIZO 2009a, b, c, Regent Instrument., Quebec, Canada製)を用いて、肥大根長、肥大根径および最大根長を測定した。

なお、肥大根長、肥大根径および最大根長は、1回当たり16個体のハツカダイコンを育成し、同様の試験を3回行った平均値である。

結果を表4に示す。

【0078】

(5) 地上部系調査

ハツカダイコンについて、草丈および葉の枚数(葉数)を測定した。

なお、草丈および葉数は、1回当たり16個体のハツカダイコンを育成し、同様の試験を3回行った平均値である。

結果を表5に示す。

【0079】

(実施例4) <ハツカダイコンの育成>

ハツカダイコンの根域に照射した光を、波長630nmの赤色系の光とし、その光合成有効光量子束密度(PPFD)を $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした以外は実施例3と同様にして、ハツカダイコンを育成した。

収穫後のハツカダイコンについて、実施例3と同様にして、(3)生育調査、(4)根系調査および(5)地上部系調査を行った。

結果を表3、表4および表5に示す。

【0080】

(比較例2) <ハツカダイコンの育成>

ハツカダイコンの根域に光を照射しなかった以外は実施例3と同様にして、ハツカダイコンを育成した。

収穫後のハツカダイコンについて、実施例3と同様にして、(3)生育調査、(4)根系調査および(5)地上部系調査を行った。

結果を表3、表4および表5に示す。

【0081】

【表3】

	生育調査項目			
	地上部新鮮重 (g)	地上部乾物重 (g)	根新鮮重 (g)	根乾物重 (g)
実施例3 (青色系光)	5.99	0.43	4.25	0.21
実施例4 (赤色系光)	6.09	0.42	4.87	0.18
比較例2 (非照射)	5.28	0.30	2.77	0.10

【0082】

【表 4】

	根系調査項目		
	肥大根長 (cm)	肥大根径 (mm)	最大根長 (cm)
実施例 3 (青色系光)	3.74	9.49	32.62
実施例 4 (赤色系光)	4.51	11.15	30.98
比較例 2 (非照射)	3.47	7.03	23.56

10

【 0 0 8 3 】

【表 5】

	地上部系調査	
	草丈 (cm)	葉数 (枚)
実施例 3 (青色系光)	14.86	7.21
実施例 4 (赤色系光)	15.59	6.37
比較例 2 (非照射)	15.05	7.03

20

【 0 0 8 4 】

(3) 生育調査の結果

表 3 の結果から、生育調査において、実施例 4 のハツカダイコンの根域に赤色系の光を照射した場合、地上部乾物重が 0.42 g、実施例 3 のハツカダイコンの根域に青色系の光を照射した場合、地上部乾物重が 0.43 g であり、比較例 2 (地上部乾物重が 0.30 g) よりも有意に大きかった。

30

また、表 3 の結果から、生育調査において、実施例 3 では、根新鮮重が 4.25 g、実施例 4 では、根新鮮重が 4.87 g であり、比較例 2 (根新鮮重が 2.77 g) よりも有意に大きかった。

また、表 3 の結果から、生育調査において、実施例 4 では、根乾物重が 0.18 g、実施例 3 では、根乾物重が 0.21 g であり、比較例 2 (根乾物重が 0.10 g) よりも有意に大きかった。

【 0 0 8 5 】

(4) 根系調査の結果

表 4 の結果から、根系調査において、実施例 4 では、肥大根径が 11.15 mm、最大根長が 30.98 cm、実施例 3 では、肥大根径が 9.49 mm、最大根長が 32.62 cm であり、比較例 2 (肥大根径が 7.03 mm、最大根長が 23.56 cm) よりも有意に大きかった。

40

また、表 4 の結果から、根系調査において、実施例 4 では、肥大根長が 4.51 cm であり、比較例 2 (肥大根長が 3.47 cm) よりも有意に大きかった。

【 0 0 8 6 】

(5) 地上部系調査

表 5 の結果から、地上部系調査において、実施例 3 および 4 は、比較例 2 に対して、草

50

丈および葉数について有意な差が認められなかった。

【0087】

以上の結果から、ハツカダイコンの根域に赤色系の光または青色系の光を照射することにより、従来の根域に光を照射しない（非照射）栽培法よりも、ハツカダイコンの地上部および根域の生育を促進できることが明らかとなった。

【0088】

（実施例5）＜ダイコンの育成＞

ダイコン（品種名：夏祭、トーホク社）の種子を培養土に播種し、この培養土を設置した空間の温度（室温）を20とし、12時間おきに暗環境および明環境とする周期で、1週間育苗した。

次いで、容積1L（リットル）のプラスチック製容器中に、1単位の培養液を注入した。

この培養液としては、水に肥料A（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース1号、カネコ種苗社製）を溶解させた後、その溶液に、肥料B（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース2号、カネコ種苗社製）を添加して、溶解させて調製したものをを用いた。

次いで、プラスチック製容器中の培養液に浮かべた押出発泡ポリスチレンフォーム（商品名：スタイロフォーム、ダウ化工社製）に形成した貫通穴に、ダイコンの苗を定植した。このとき、ダイコンの根域が押出発泡ポリスチレンフォームの下方に配置されて、その根域が培養液中に存在し、一方、ダイコンの地上部が押出発泡ポリスチレンフォームの上方に配置されるようにした。

【0089】

次いで、黒色の布でプラスチック製容器の外側面を全て覆って、プラスチック製容器の外側面から約300mmのところ設置したプラスチック製のパネルの一面（プラスチック製容器と対向する面）に、LEDランプ（商品名：トルネードACE、キーストーンテクノロジー社製）を配設し、これらのLEDからプラスチック製容器の外側面へ光を放射して、培養液中のダイコンの根域に、光を24時間照射した。

ダイコンの根域に照射した光は、波長460nmの青色系の光であり、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ または $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

また、ダイコンの根域への光の照射中、12時間おきに蛍光灯からダイコンの地上部に光を照射した。すなわち、ダイコンの地上部が存在する空間を、12時間おきに明環境および暗環境とした。ダイコンの地上部に照射した光は、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

このようなダイコンの根域への光の照射を21日間継続した。

なお、ダイコンの根域への光の照射中、エアレーションを行わず、プラスチック製容器を設置した空間の雰囲気温度を20、プラスチック製容器中の培養液の温度を20とした。

【0090】

ダイコンの根域への光の照射開始から21日後、ダイコンを収穫し、そのダイコンについて、（6）生育調査、（7）根系調査および（8）地上部系調査を行った。

（6）生育調査

ダイコンについて、地上部新鮮重、地上部乾物重、根新鮮重および根乾物重を測定した。

地上部乾物重は、地上部新鮮物を80で48時間乾燥した後に測定した。また、根乾物重は、根新鮮物を80で48時間乾燥した後に測定した。

なお、地上部新鮮重、地上部乾物重、根新鮮重および根乾物重は、1回当たり8個体のダイコンを育成し、同様の試験を3回行った平均値である。

結果を表6に示す。

【0091】

(7) 根系調査

ダイコンについて、ルートスキャナー（商品名：WinRHIZO 2009a, b, c, Regent Instrument, Quebec, Canada製）を用いて、胚軸長、胚軸径および最大根長を測定した。

なお、胚軸長、胚軸径および最大根長は、1回当たり8個体のダイコンを育成し、同様の試験を3回行った平均値である。

結果を表7に示す。

【0092】

(8) 地上部系調査

ダイコンについて、草丈および葉の枚数（葉数）を測定した。

なお、草丈および葉数は、1回当たり8個体のダイコンを育成し、同様の試験を3回行った平均値である。

結果を表8に示す。

【0093】

(実施例6) <ダイコンの育成>

ダイコンの根域に照射した光を、波長630nmの赤色系の光とし、その光合成有効光量子束密度（PPFD）を $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ または $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした以外は実施例5と同様にして、ダイコンを育成した。

収穫後のダイコンについて、実施例5と同様にして、(6)生育調査、(7)根系調査および(8)地上部系調査を行った。

結果を表6、表7および表8に示す。

【0094】

(比較例3) <ダイコンの育成>

ダイコンの根域に光を照射しなかった以外は実施例5と同様にして、ダイコンを育成した。

収穫後のダイコンについて、実施例5と同様にして、(6)生育調査、(7)根系調査および(8)地上部系調査を行った。

結果を表6、表7および表8に示す。

【0095】

10

20

【表 6】

	光合成有効 光子束密度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	生育調査項目			
		地上部新鮮重 (g)	地上部乾物重 (g)	根新鮮重 (g)	根乾物重 (g)
実施例 5 (青色系光)	50	3.01	0.14	0.40	0.02
	100	7.38	0.49	0.97	0.08
実施例 6 (赤色系光)	50	5.53	0.32	0.67	0.04
	100	7.25	0.49	0.81	0.06
比較例 3 (非照射)	—	3.15	0.14	0.36	0.02

10

20

30

【表 7】

	光合成有効 光量子束密度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	根系調査項目		
		胚軸長 (cm)	胚軸径 (mm)	最大根長 (cm)
実施例 5 (青色系光)	50	5.54	2.52	9.11
	100	5.30	2.46	8.71
実施例 6 (赤色系光)	50	6.23	2.88	9.43
	100	5.03	2.46	10.96
比較例 3 (非照射)	—	6.68	2.29	17.78

10

【 0 0 9 7 】

【表 8】

	光合成有効 光量子束密度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	地上部系調査	
		草丈 (cm)	葉数 (枚)
実施例 5 (青色系光)	50	15.91	6.11
	100	20.83	8.00
実施例 6 (赤色系光)	50	19.02	7.22
	100	21.91	8.11
比較例 3 (非照射)	—	15.72	6.30

20

30

【 0 0 9 8 】

(6) 生育調査の結果

表 6 の結果から、生育調査において、根域に照射した光の光合成有効光量子束密度が $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき、実施例 6 のダイコンの根域に赤色系の光を照射した場合、地上部乾物量が 0.32 g であり、比較例 3 (地上部乾物量が 0.14 g) よりも有意に大きかった。

40

また、表 6 の結果から、生育調査において、根域に照射した光の光合成有効光量子束密度が $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき、実施例 6 では、地上部新鮮重が 5.53 g であり、比較例 3 (地上部新鮮重が 3.15 g) よりも有意に大きかった。

また、表 6 の結果から、生育調査において、根域に照射した光の光合成有効光量子束密度が $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき、実施例 6 では、根新鮮重が 0.67 g 、根乾物量が 0.04 g であり、比較例 3 (根新鮮重が 0.36 g 、根乾物量が 0.02 g) よりも有意に大きかった。

また、表 6 の結果から、生育調査において、根域に照射した光の光合成有効光量子束密度が $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき、実施例 6 では、地上部新鮮重が 7.25 g 、地上

50

部乾物重が0.49g、実施例5では、地上部新鮮重が7.38g、地上部乾物重が0.49gであり、比較例3（地上部新鮮重が3.15g、地上部乾物重が0.14g）よりも有意に大きかった。

また、表6の結果から、生育調査において、根域に照射した光の光合成有効光量子束密度が $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき、実施例5では、根新鮮重が0.97g、根乾物重が0.08gであり、実施例6では、根新鮮重が0.81g、根乾燥重が0.06gであり、これらは比較例3（根新鮮重が0.36g、根乾物重が0.02g）よりも有意に大きかった。

【0099】

(7) 根系調査の結果

表7の結果から、根系調査において、実施例5および6は、比較例3に対して、胚軸長、胚軸径および最大根長について有意な差が認められなかった。

【0100】

(8) 地上部系調査

表8の結果から、地上部系調査において、根域に照射した光の光合成有効光量子束密度が $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき、実施例6では、草丈が19.02cm、葉数が7.22枚であり、また、根域に照射した光の光合成有効光量子束密度が $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき、実施例5では、草丈が20.83cm、葉数が8.00枚、実施例6では、草丈が21.91cm、葉数が8.11枚、であり、これらは比較例3（草丈が15.72cm、葉数が6.30枚）よりも有意に大きかった。

【0101】

以上の結果から、ダイコンの根域に、光合成有効光量子束密度が $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ または $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の赤色系の光を照射することにより、従来の根域に光を照射しない（非照射）栽培法よりも、ダイコンの地上部の生育を促進できることが明らかとなった。

また、ダイコンの根域に、光合成有効光量子束密度が $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の青色系の光を照射することにより、根域に非照射の栽培方法よりも、ダイコンの地上部および根域の生育を促進できるものの、ダイコンの根域に、光合成有効光量子束密度が $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の青色系の光を照射しても、根域に非照射の栽培方法よりも、ダイコンの地上部および根域の生育を促進できない傾向が認められた。

【0102】

したがって、ハツカダイコンとダイコンの生育の結果から、ハツカダイコンまたはダイコンの根域に、赤色系の光または青色系の光を照射することにより、根菜類の地上部および根域の生育を促進できることが明らかとなった。特に、赤色系の光を根域に照射した場合、光の強度や植物の種類が異なる場合でも、従来の根域に非照射の栽培方法よりも、地上部乾物重が大きかったことから、根菜類の根域への赤色系の光の照射は、根菜類の生産性を向上させることが示唆された。

【0103】

(実施例7) <コマツナの育成>

コマツナ（品種名：照彩小松菜、トーホク社）の種子を培養土に播種し、この培養土を設置した空間の温度（室温）を20とし、12時間おきに暗環境および明環境とする周期で、3週間育苗した。

次いで、縦20cm×横20cm×深さ20cm、容積8L（リットル）の立方体状のガラス水槽中に、1単位の培養液を注入した。

この培養液としては、水に肥料A（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース1号、カネコ種苗社製）を溶解させた後、その溶液に、肥料B（商品名：カネコ養液栽培用肥料ファームエース2号、カネコ種苗社製）を添加して、溶解させて調製したものを用いた。

次いで、ガラス水槽中の培養液に浮かべた発泡ポリスチレン（商品名：スタイロフォーム、ダウ化工社製）に形成した貫通穴に、コマツナの苗を定植した。このとき、コマツナ

10

20

30

40

50

の根域が発泡ポリスチレンの下方に配置されて、その根域が培養液中に存在し、一方、コマツナの地上部が発泡ポリスチレンの上方に配置されるようにした。

【0104】

次いで、黒色の布でガラス水槽の外側面を全て覆って、LEDランプ（商品名：トルネードACE、キーストーンテクノロジー社製）からガラス水槽の底面へ光を放射して、培養液中のコマツナの根域に、光を24時間照射した。

コマツナの根域に照射した光は、波長635nmの赤色系の光であり、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $1\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

また、コマツナの根域への光の照射中、12時間おきに蛍光灯からコマツナの地上部に光を照射した。すなわち、コマツナの地上部が存在する空間を、12時間おきに明環境および暗環境とした。コマツナの地上部に照射した光は、光合成有効光量子束密度（PPFD）が $400\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

このようなコマツナの根域への光の照射を21日間継続した。

なお、コマツナの根域への光の照射中、エアレーションを行い、ガラス水槽を設置した空間の雰囲気温度を20℃、ガラス水槽中の培養液の温度を20℃とした。

【0105】

コマツナの根域への光の照射開始から21日後、コマツナを収穫し、そのコマツナについて、(9)生育調査を行った。

(9) 生育調査

コマツナについて、地上部新鮮重および地上部乾物重を測定した。

地上部乾物重は、地上部新鮮物を80℃で48時間乾燥した後に測定した。

なお、地上部新鮮重および地上部乾物重は、1回当たり12個体のコマツナを育成し、同様の試験を4回行った平均値である。

結果を表9および図5、6に示す。

【0106】

(実施例8) <コマツナの育成>

コマツナの根域に照射した波長635nmの赤色系の光の光合成有効光量子束密度（PPFD）を $7\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした以外は実施例7と同様にして、コマツナを育成した。

収穫後のコマツナについて、実施例7と同様にして、(9)生育調査を行った。

結果を表9および図5、6に示す。

【0107】

(実施例9) <コマツナの育成>

コマツナの根域に照射した波長635nmの赤色系の光の光合成有効光量子束密度（PPFD）を $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした以外は実施例7と同様にして、コマツナを育成した。

収穫後のコマツナについて、実施例7と同様にして、(9)生育調査を行った。

結果を表9および図5、6に示す。

【0108】

(実施例10) <コマツナの育成>

コマツナの根域に照射した波長635nmの赤色系の光の光合成有効光量子束密度（PPFD）を $15\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした以外は実施例7と同様にして、コマツナを育成した。

収穫後のコマツナについて、実施例7と同様にして、(9)生育調査を行った。

結果を表9および図5、6に示す。

【0109】

(比較例4) <コマツナの育成>

コマツナの根域に光を照射しなかった以外は実施例7と同様にして、コマツナを育成した。

収穫後のコマツナについて、実施例7と同様にして、(9)生育調査を行った。

10

20

30

40

50

結果を表9および図5、6に示す。

【0110】

【表9】

	光合成有効 光量子束密度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	生育調査項目	
		地上部新鮮重 (g)	地上部乾物重 (g)
実施例7	1	62.86	4.18
実施例8	7	69.30	4.74
実施例9	10	76.12	5.12
実施例10	15	68.44	4.76
比較例4(非照射)	0	51.53	3.67

10

【0111】

20

(9) 生育調査の結果

表9および図5、6の結果から、生育調査において、実施例9のコマツナの根域に、光合成有効光量子束密度(PPFD)が $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の赤色系の光を照射した場合、地上部新鮮重が76.12g、地上部乾物重が5.12gであり、実施例7~10および比較例4の中で最も重量が大きく、かつ、比較例4のコマツナの根域に光を照射しなかった場合(地上部新鮮重が51.53g、地上部乾物重が3.67g)よりも有意に大きかった。

【0112】

(実施例11) <レタスの育成>

レタス(品種名:ちりめんしゃ、トーホク社)の種子を培養土に播種し、この培養土を設置した空間の温度(室温)を20とし、12時間おきに暗環境および明環境とする周期で、1週間育苗した。

30

次いで、縦20cm×横20cm×深さ20cm、容積8L(リットル)の立方体状のガラス水槽中に、1単位の培養液を注入した。

この培養液としては、水に肥料A(商品名:カネコ養液栽培用肥料ファームエース1号、カネコ種苗社製)を溶解させた後、その溶液に、肥料B(商品名:カネコ養液栽培用肥料ファームエース2号、カネコ種苗社製)を添加して、溶解させて調製したものをを用いた。

次いで、ガラス水槽中の培養液に浮かべた発泡ポリスチレン(商品名:スタイロフォーム、ダウ化工社製)に形成した貫通穴に、レタスの苗を定植した。このとき、レタスの根域が発泡ポリスチレンの下方に配置されて、その根域が培養液中に存在し、一方、レタスの地上部が発泡ポリスチレンの上方に配置されるようにした。

40

【0113】

次いで、黒色の布でガラス水槽の外側面を全て覆って、LEDランプ(商品名:トルネードACE、キーストーンテクノロジー社製)からガラス水槽の底面へ光を放射して、培養液中のレタスの根域に、光を24時間照射した。

レタスの根域に照射した光は、波長473nmの青色系の光であり、光合成有効光量子束密度(PPFD)が $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

また、レタスの根域への光の照射中、12時間おきに蛍光灯からレタスの地上部に光を照射した。すなわち、レタスの地上部が存在する空間を、12時間おきに明環境および暗

50

環境とした。レタスの地上部に照射した光は、光合成有効光量子束密度 (P P F D) が $100 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ であった。

このようなレタスの根域への光の照射を 21 日間継続した。

なお、レタスの根域への光の照射中、エアレーションを行わず、ガラス水槽を設置した空間の雰囲気温度を 20°C 、ガラス水槽中の培養液の温度を 20°C とした。

【 0 1 1 4 】

レタスの根域への光の照射開始から 21 日後、レタスを収穫し、そのレタスについて、(1 0) 生育調査を行った。

(1 0) 生育調査

レタスについて、地上部新鮮重および地上部乾物重を測定した。

10

地上部乾物重は、地上部新鮮物を 80°C で 48 時間乾燥した後に測定した。

なお、地上部新鮮重および地上部乾物重は、1 回当たり 12 個体のレタスを育成し、同様の試験を 4 回行った平均値である。

結果を表 10 および図 7、8 に示す。

【 0 1 1 5 】

(実施例 1 2) < レタスの育成 >

レタスの根域に照射した光を、波長 635 nm の赤色系の光とし、その光合成有効光量子束密度 (P P F D) を $10 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ とした以外は実施例 11 と同様にして、レタスを育成した。

収穫後のレタスについて、実施例 11 と同様にして、(1 0) 生育調査を行った。

20

結果を表 10 および図 7、8 に示す。

【 0 1 1 6 】

(実施例 1 3) < レタスの育成 >

レタスの根域に照射した光を、波長 590 nm の黄色系の光とし、その光合成有効光量子束密度 (P P F D) を $10 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ とした以外は実施例 11 と同様にして、レタスを育成した。

収穫後のレタスについて、実施例 11 と同様にして、(1 0) 生育調査を行った。

結果を表 10 および図 7、8 に示す。

【 0 1 1 7 】

(比較例 5) < レタスの育成 >

30

レタスの根域に照射した光を、波長 525 nm の緑色系の光とし、その光合成有効光量子束密度 (P P F D) を $10 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ とした以外は実施例 11 と同様にして、レタスを育成した。

収穫後のレタスについて、実施例 11 と同様にして、(1 0) 生育調査を行った。

結果を表 10 および図 7、8 に示す。

【 0 1 1 8 】

(比較例 6) < レタスの育成 >

レタスの根域に光を照射しなかった以外は実施例 11 と同様にして、レタスを育成した。

収穫後のレタスについて、実施例 11 と同様にして、(1 0) 生育調査を行った。

40

結果を表 10 および図 7、8 に示す。

【 0 1 1 9 】

【表 10】

	生育調査項目	
	地上部新鮮重 (g)	地上部乾物重 (g)
実施例 1 1 (青色系光)	12.92	0.64
実施例 1 2 (赤色系光)	14.22	0.72
実施例 1 3 (黄色系光)	18.28	0.85
比較例 5 (緑色系光)	12.76	0.59
比較例 6 (非照射)	12.50	0.61

10

【0120】

(10) 生育調査の結果

表 10 および図 7、8 の結果から、生育調査において、実施例 1 3 のレタスの根域に黄色系の光を照射した場合、地上部新鮮重が 18.28 g、地上部乾物重が 0.85 g であり、実施例 1 1 ~ 1 3 および比較例 5、6 の中で最も重量が大きく、かつ、比較例 5 のレタスの根域に緑色系の光を照射した場合（地上部新鮮重が 12.76 g、地上部乾物重が 0.59 g）や比較例 6 のレタスの根域に光を照射しなかった場合（地上部新鮮重が 12.50 g、地上部乾物重が 0.61 g）よりも有意に大きかった。また、実施例 1 1 ~ 1 3 の結果は、比較例 5 および比較例 6 の結果よりも有意であった。

20

【0121】

このように、根菜類の水耕栽培では、根の肥大量が露地栽培よりも劣るものの、本発明により、従来の根菜類の水耕栽培が改善されると考えられる。すなわち、根菜類の水耕栽培において、根菜類の根域に赤色系、青色系および/または黄色系の光を照射することにより、根菜類の生産性を向上することが期待される。

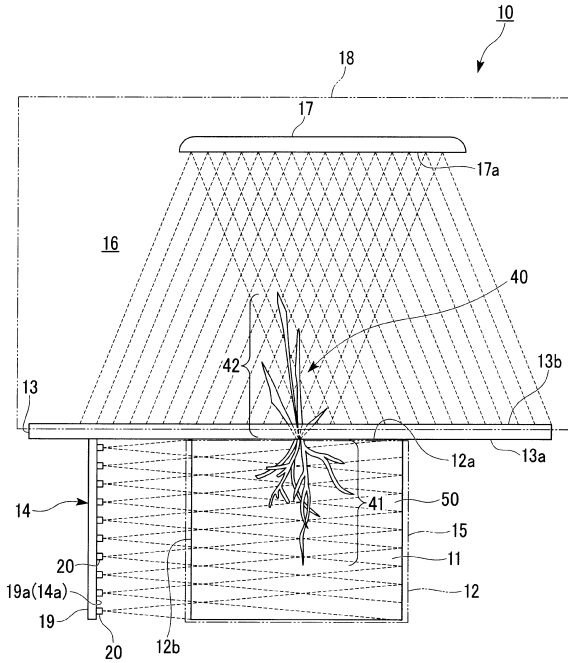
30

【符号の説明】

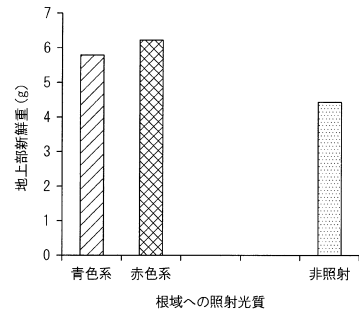
【0122】

10・・・植物の栽培装置、11・・・第一空間、12・・・容器、13・・・仕切部材、14・・・第一光源、15・・・第一遮光部材、16・・・第二空間、17・・・第二光源、18・・・第二遮光部材、19・・・基板、20・・・光源、40・・・植物、41・・・根域、42・・・地上部、50・・・培養液。

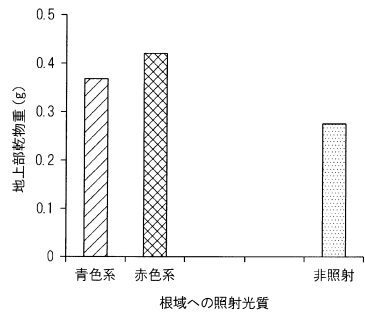
【図1】



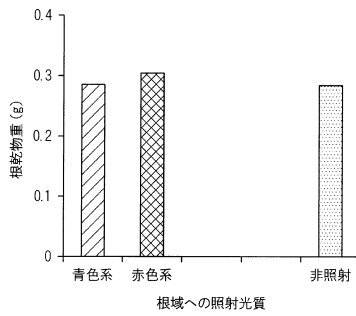
【図2】



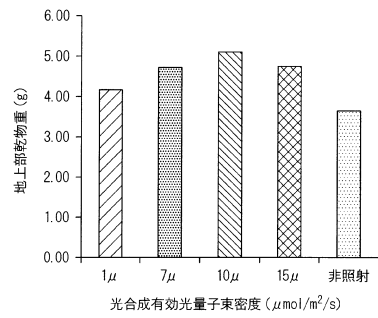
【図3】



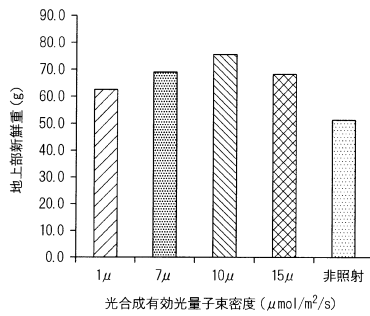
【図4】



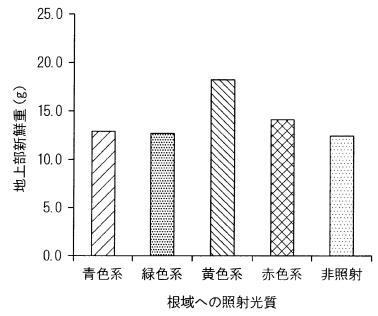
【図6】



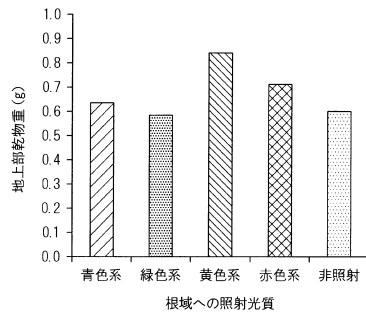
【図5】



【図7】



【 図 8 】



フロントページの続き

特許法第30条第1項適用 発行者名：園芸学会、刊行物名：園芸学研究 第9巻 別冊2 - 2010 - [園芸学会平成22年度秋季大会研究発表およびシンポジウム講演要旨]、発行年月日：平成22年9月19日（刊行物等） 発行者名：学校法人明治大学、刊行物名：2010年度 明治大学 農学部 農学科 特別研究（卒論）発表会 [講演要旨集]、発行年月日：平成23年1月31日

(72)発明者 木村 龍典

神奈川県川崎市多摩区東三田1-1-1 学校法人明治大学 生田キャンパス内

審査官 大熊 靖夫

(56)参考文献 登録実用新案第3121457(JP,U)

特開昭56-096637(JP,A)

特開平04-112728(JP,A)

特開昭49-054124(JP,A)

特開2012-179010(JP,A)

米国特許第04328641(US,A)

特開2003-319717(JP,A)

特開昭57-208930(JP,A)

登録実用新案第3074648(JP,U)

欧州特許出願公開第00241585(EP,A1)

特開2002-223636(JP,A)

特開平10-313683(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

A01G 1/00-1/02, 1/06-1/12, 5/00-7/06, 16/00-17/02, 17/18, 31/00-31/06