(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/090897 A1

(51) 国際特許分類:
A01G 7/00 (2006.01) *A01G 31/00* (2006.01)
A01G 9/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/079998

(22) 国際出願日: 2011 年 12 月 26 日(26.12.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-291217 2010 年 12 月 27 日(27.12.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号 Osaka (JP). 公立大学法人大阪府立大学(Osaka Prefecture University Public Corporation) [JP/JP]; 〒5998531 大阪府堺市中区学園町１番１号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂本 勝(SAKAMOTO, Masaru). 藤 寛(FUJI, Hiroshi). 太田敏博(OHTA, Toshihiro). 宮内 俊輔(MIYAUCHI, Shunsuke). 古川 一(FURUKAWA, Hajime).

(74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

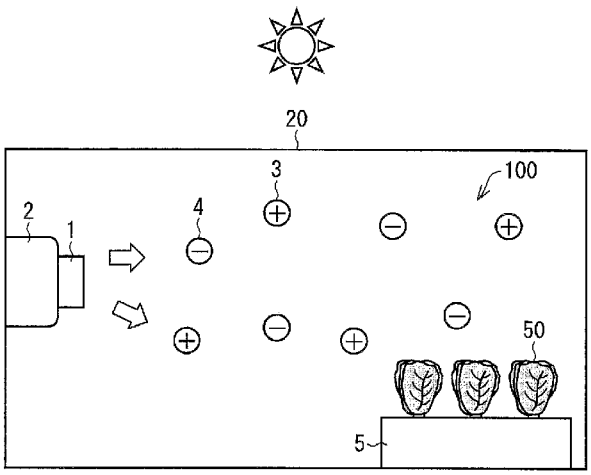
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: PIGMENT ACCUMULATION ENHANCING SYSTEM, ION GENERATING DEVICE, AND PIGMENT ACCUMULATION ENHANCING METHOD

(54) 発明の名称 : 色素蓄積促進システム、イオン発生装置および色素蓄積促進方法

[図1]



(57) **Abstract**: A plant cultivation system (100) involves an ion generating device (1) which can generate positive ions and negative ions in a space in which a plant (50) is to be cultivated. This system enables the enhancement of the accumulation of a pigment in the plant in a simple manner.

(57) 要約: 植物栽培システム（１００）は、植物（５０）が栽培される空間において正イオンおよび負イオンを発生させるイオン発生装置（１）を含んでいる。それゆえ、植物における色素の蓄積を簡易な方法で促進させることができる。

WO 2012/090897 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

色素蓄積促進システム、イオン発生装置および色素蓄積促進方法

技術分野

[0001] 本発明は、植物において色素の蓄積を促進する装置、システムおよび方法に関するものである。

背景技術

[0002] 計画的な農作物生産が望まれる中、天候などの影響を受けにくい施設栽培および植物工場への期待が高まっている。特にレタス等の葉菜類は、栽培に必要な光量が低く、施設栽培および植物工場での栽培が進んでいる。葉菜類の中でも、赤色系リーフレタスは、抗酸化物質の一種であるアントシアニンなどの機能性成分に富み、色取りも鮮やかであるため需要が多い。

[0003] しかし、施設栽培および植物工場での栽培では、アントシアニンが不足による着色不良が問題となっている。

[0004] 植物（特に、葉菜類）の中には、環境からの刺激（環境ストレス）により色素の蓄積を促進させるものがある。上述の赤色系リーフレタスもそのひとつであり、アントシアニンの生合成は、環境ストレスによって促進される。アントシアニンの生合成を促進する環境ストレスとして、紫外線、低温ストレス、塩ストレス、渇水ストレス（乾燥ストレス）などが挙げられる。

[0005] 図１３の（ａ）～（ｃ）は、太陽光が遮断される栽培環境において色素の蓄積量が低下することを説明するための図である。赤色系リーフレタスを露地栽培した場合（図１３の（ａ））には、太陽光に含まれる紫外線によってアントシアニンの蓄積が促進される。

[0006] 一方、グリーンハウス（温室）を用いた施設栽培では、太陽光の一部が遮断され、栽培植物に照射される紫外線の量が減るため、露地栽培に比べてアントシアニンの蓄積量が減少する（図１３の（ｂ））。さらに植物工場では、人工照明光を用いて栽培されるため、栽培植物に照射される紫外線はきわ

めて少ない。そのため、植物工場では、露地栽培に比べてアントシアニンの蓄積量がさらに減少する。

[0007] このような問題を解決するために、特許文献１の発明では、波長４００～５００ｎｍの青色成分を含む光線をサニーレタスに照射して葉中のアントシアニンの合成を促進させている。

[0008] なお、特許文献２には、マイナスイオン（１日当たり３×１０^{3}～５×１０^{4}個／ｃｃ）を照射することにより植物（イチゴ、なす、キュウリなど）の成長を促進する方法が開示されているが、植物の色素の蓄積に関する記載はない。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開２００３－２０４７１８号公報（２００３年７月２２日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開平１１－２３９４１８号公報（１９９９年９月７日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] ところが、上記特許文献１に記載の構成では、強い青色光の照射により植物の生育が抑制されると考えられる。そのため、栽培期間が長くなるという問題が生じる。また、青色光を発する光源を設ける必要があるとともに、アントシアニンの蓄積を誘導するために特定の期間にのみ青色光を照射する必要があるため手間がかかるという問題が生じる。

[0011] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される植物における色素の蓄積を簡易な方法で促進させることができる色素蓄積促進システム、イオン発生装置および色素蓄積促進方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の一実施形態に係る色素蓄積促進システムは、上記の課題を解決するために、色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される植物における色素の蓄積を促進する色素蓄積促進システムであって、上記植物が栽培される空間において正イオンおよび負イオンを発生させるイオン発生装置を含むことを特徴としている。

[0013] 上記の構成によれば、イオン発生装置が発生させる正イオンおよび負イオンから活性酸素種である水酸基ラジカルが生じ、この水酸基ラジカルによって植物に酸化ストレスがかかると考えられる。この酸化ストレスによって、二次代謝産物であるポリフェノールの蓄積が誘導される。ポリフェノールは、色素源であり、ポリフェノールの増加により植物が色付く。ポリフェノールの中でも特にアントシアニンの蓄積が顕著であることが本発明の発明者によって確認されている。

[0014] 正イオンおよび負イオンは、植物の成長に悪影響を及ぼさないことが確認されており、正イオンおよび負イオンの処理条件を厳密に設定する必要は必ずしもない。そのため、簡易な方法で植物において色素の蓄積を促進することができる。

[0015] また、正負イオンは、空気中の浮遊菌、浮遊ウイルス等を除菌・不活化する効果も有するため、植物栽培環境の除菌等もできるという付加的な効果も得られる。

[0016] 本発明の一実施形態に係る色素蓄積促進方法は、上記の課題を解決するために、色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される植物における色素の蓄積を促進する色素蓄積促進方法であって、正イオンおよび負イオンを上記植物に照射するイオン照射工程を含むことを特徴としている。

[0017] 上記の構成によれば、照射された正イオンおよび負イオンから活性酸素種である水酸基ラジカルが生じ、この水酸基ラジカルによって植物に酸化ストレスがかかると推測される。この酸化ストレスによって、色素（例えば、アントシアニン）の蓄積が誘導される。

[0018] 正イオンおよび負イオンは、植物の成長に悪影響を及ぼさないことが確認

されており、正イオンおよび負イオンの処理条件を厳密に設定する必要は必ずしもない。そのため、簡易な方法で植物において色素の蓄積を誘導することができる。

[0019] また、正負イオンは、空気中の浮遊菌、浮遊ウイルス等を除菌・不活化する効果も有するため、植物栽培環境の除菌等もできるという付加的な効果も得られる。

発明の効果

[0020] 以上のように、本発明の一実施形態に係る色素蓄積促進システムは、色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される植物における色素の蓄積を促進する色素蓄積促進システムであって、上記植物が栽培される空間において正イオンおよび負イオンを発生させるイオン発生装置を含む構成である。

[0021] 本発明の一実施形態に係る色素蓄積促進方法は、色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される植物における色素の蓄積を促進する色素蓄積促進方法であって、正イオンおよび負イオンを上記植物に照射するイオン照射工程を含む構成である。

[0022] それゆえ簡易な方法で植物において色素の蓄積を促進することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の一実施の形態に係る植物栽培システムの構成を示す図である。

[図2]上記植物栽培システムに含まれるイオン発生装置が備えるイオン発生素子の構成を示す図である。

[図3]（ａ）は施設栽培における植物栽培システムの作用効果を説明するための図であり、（ｂ）は植物工場における植物栽培システムの作用効果を説明するための図である。

[図4]本発明の別の実施の形態に係る植物栽培システムの構成を示す図である。

[図5]本発明のさらに別の実施の形態に係る植物栽培システムの構成を示す図である。

[図6]（ａ）および（ｂ）は、本発明の一実施例の構成を示す図である。

[図7]上記実施例の構成を写真で示す図である。

[図8]上記実施例で用いたイオン発生装置の外観を示す図である。

[図9]（ａ）は２４日間正イオンおよび負イオンで処理したロロロッサの葉の状態を示す図であり、（ｂ）は正イオンおよび負イオンを含まない風で処理した場合のロロロッサの葉の状態を示す図である。

[図10]正負イオン処理を２７日間行ったロロロッサおよびコントロールのロロロッサの葉における総ポリフェノール含量を示すグラフである。

[図11]正負イオン処理を２７日間行ったロロロッサおよびコントロールのロロロッサの葉における総アントシアニン含量を示すグラフである。

[図12]正負イオン処理を２７日間行ったロロロッサおよびコントロールのロロロッサの根を含む植物全体の新鮮重を示すグラフである。

[図13]（ａ）～（ｃ）は、太陽光が遮断される栽培環境において色素の蓄積量が低下することを説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0024] 〔実施の形態１〕

本発明の実施の一形態について図１～３に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

[0025] （植物栽培システム１００の構成）

図１は、本実施の形態の植物栽培システム（色素蓄積促進システム）１００の構成を示す図である。植物栽培システム１００は、植物５０を栽培するとともに、植物５０における色素の蓄積を促進するためのシステムである。図１に示すように植物栽培システム１００は、グリーンハウス（植物栽培用構造体）２０の内部に設けられている。

[0026] グリーンハウス２０は、ガラス材、ビニールなどからなる透光部材を有しており、太陽光の成分の一部は透光部材を透過して植物５０に照射され、太陽光の成分（特に、紫外線）の一部は遮断される。この透光部材とは、例えば、グリーンハウス２０がガラス温室である場合、その側面および／または

天井のフレーム（窓枠）にはめ込まれたガラス板である。また、グリーンハウス２０が、いわゆるビニールハウスである場合には、ビニールハウスの骨格に張られたビニールである。

[0027] グリーンハウス２０は、太陽光の成分の一部を遮断する透光部材を透過した太陽光を利用して植物を栽培する構造体であればよく、その材質、形状および大きさは特に限定されない。

[0028] グリーンハウス２０の内部には、植物栽培システム１００を構成するイオン発生装置１、循環扇（送風機）２および、植物５０を栽培するための栽培容器５が設けられている。ただし、本発明において重要なのは、栽培中の植物５０を色付けることであって、栽培することではない。そのため、植物５０を栽培するために必要な部材であっても、植物５０を色付けることに関連していない部材は、本発明を構成する部材として認識される必要はない。例えば、栽培容器５、後述するＬＥＤ７に代表される光源は、本発明の構成要素から除外されてもよい。

[0029] イオン発生装置１は、正イオン３および負イオン４を発生させるイオン発生素子１０を含む装置である。イオン発生素子１０の詳細については後述する。なお、以下では、正イオンおよび負イオンを正負イオンと称することもある。

[0030] 循環扇２は、グリーンハウス２０の内部の空気を循環させるための送風機である。イオン発生装置１が発生させた正イオンおよび負イオンがグリーンハウス２０の内部に拡散するように、イオン発生装置１は、循環扇２の送風口（吹き出し口）の近傍（例えば、前方）に設けられている。それゆえ、循環扇２は、イオン発生装置１が発生させた正イオン３および負イオン４を拡散させる送風装置として機能する。

[0031] 正イオン３および負イオン４が循環扇２によって拡散されることにより、複数の植物５０に対して均一に正イオン３および負イオン４を照射することができる。

[0032] 栽培容器５は、培養土または栽培用の固形培地（ウレタン、スポンジなど

）を入れるためのプランターであってもよいし、植物５０を保持するとともに水耕栽培用の培養液を貯める水槽であってもよい。

[0033] 植物５０は、例えば、レタス（レッドファイヤー、ロロロッサなど）、シソなどの赤色系葉菜類であるが、アントシアニン等の色素を蓄積する植物であれば特に限定されない。赤色系葉菜類とは、赤色色素を豊富に蓄積可能な葉菜類を意味する。換言すれば、赤色系葉菜類とは、一般的な露地栽培条件下で赤色色素を豊富に含む葉菜類である。ポリフェノールは植物における色素源であり、アントシアニンはポリフェノールの一種である。そのため、赤色系葉菜類とは、ポリフェノール（特に、アントシアニン）を豊富に含み得る植物であるといえる。

[0034] なお、栽培容器５において複数の植物体が栽培されるが、互いに異なる品種の植物を同時に栽培してもよい。

[0035] （イオン発生装置１の詳細）

図２は、イオン発生装置１が備えるイオン発生素子１０の構成を示す図である。図２に示すように、イオン発生素子１０は、誘電体１１、誘電電極１２、イオン発生電極１３、リード線１４および高圧パルス駆動回路１５を備えている。

[0036] 誘電体１１は、イオン発生素子１０の表面に設けられており、この誘電体１１の裏側には誘電電極１２が設けられている。この誘電電極１２と対向するように、誘電体１１の表面にはイオン発生電極１３が設けられている。イオン発生電極１３の形状は網状である必要はなく、針型など公知の形状を有するものであってもよい。さらに、イオンをより効果的に発生させるために、電極パターン形状、エッジ形状および材料等を適宜定めることができる。

[0037] 誘電電極１２とイオン発生電極１３とは、リード線１４を通じて高圧パルス駆動回路１５に接続されている。高圧パルス駆動回路１５は、イオン発生素子１０の内部に設けられている。

[0038] このようなイオン発生素子１０において、誘電電極１２とイオン発生電極１３との間に、正負電圧からなるピーク値が例えば、２．７ｋＶであるパル

ス電圧を印加することにより、正イオン３および負イオン４が空間に放出される。

[0039] 上述のイオン発生素子１０の構成は、あくまで一例であり、所望の濃度の正負イオンを発生可能な素子であれば、イオン発生素子１０の構成は特に限定されない。

[0040] （植物栽培システム１００の作用効果）

ガラスに代表される透光部材は、太陽光に含まれる、紫外線の少なくとも一部を遮断する。図３の（ａ）は、施設栽培における植物栽培システム１００（色素蓄積促進方法）の作用効果を説明するための図である。図３の（ａ）に示すように、グリーンハウス２０では、ガラス、ビニールなどからなる透光部材を透過した太陽光を利用して植物５０を栽培する。太陽光が透光部材を透過することにより紫外線の少なくとも一部が遮断される。特に、この遮断効果は透光部材がガラスである場合に大きい。

[0041] このようなグリーンハウス２０で植物５０を栽培すると、植物５０に照射される紫外線が少なくなるため、露地栽培に比べて植物５０に蓄積するアントシアニンの量が減少する。すなわち、植物５０は、色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される（または、既に一定期間栽培された）植物である。

[0042] イオン発生装置１をグリーンハウス２０の内部に設け、作動させることにより、イオン発生装置１から放出された正イオン３および負イオン４が、循環扇２から送られる風に乗ってグリーンハウス２０の内部に拡散する。正イオン３は、$H^+(H_2O)_m$（ｍは任意の自然数）を主体とするイオンであり、負イオン４は、$O^{2-}(H_2O)_n$（ｎは任意の自然数）を主体とするイオンである。

[0043] これら正イオン３および負イオン４が空気中に同時に存在すると、下記の（１）～（２）式に示すように化学反応して活性酸素種である水酸基ラジカル（・ＯＨ）が効率的に生成されると考えられる。

[0044] $H^+(H_2O)_m + O^{2-}(H_2O)_n$

$\rightarrow \cdot OH + 1/2\,O_2 + (m+n)\,H_2O$ （１）

$H^+(H_2O)m + H^+(H_2O)m' + O^{2-}(H_2O)n + O^{2-}(H_2O)n'$

$\rightarrow 2 \cdot OH + O_2 + (m + m' + n + n')H_2O$ （２）

なお、正イオンのみまたは負イオンのみを空気中に放出した場合には、水酸基ラジカルは顕著には生成されず、正イオンおよび負イオンを同時に放出することで、水分子とクラスターを形成し安定化した正イオンと負イオンとが相互反応し、水酸基ラジカルの生成が顕著になると考えられる。

[0045] 生成された水酸基ラジカルが植物５０の表面に到達すると、植物５０に酸化ストレスを与え、この酸化ストレスに応答してアントシアニンを代表とするポリフェノールなどの二次代謝産物の合成が誘導されると考えられる。

[0046] 植物５０の栽培空間における正イオン３および負イオン４の平均濃度は、５万個／ｃｍ^{3}以上であることが好ましく、１０万個／ｃｍ^{3}以上であることがより好ましい。酸化ストレスによる色素の蓄積誘導は、正イオン３および負イオン４の濃度に依存しており、その平均濃度が５万個／ｃｍ^{3}以上であれば、色素の蓄積が顕著に見られる。より顕著に色素を蓄積させるためには、正イオン３および負イオン４の平均濃度は、１０万個／ｃｍ^{3}以上であることが好ましい。

[0047] なお、正負イオンは、複数の植物個体に均一に照射されることが好ましいが、植物５０の栽培空間の全てにおいて均一に正負イオンが分散している必要は必ずしもない。上述の正負イオン濃度は、個々の植物５０の周囲における好ましい濃度である。

[0048] また、正イオンおよび負イオンの濃度とは、正イオンの濃度と負イオンの濃度との和である。

[0049] 現在市販されているプラズマクラスター（シャープ社製）のうち、高濃度の正負イオンを放出するものは、人間の居住空間に約２万５０００個／ｃｍ^{3}の正負イオンを放出する。それゆえ、植物５０に照射される正負イオンの濃度は、菌またはウイルスの除菌・不活化等を目的として人間の居住空間に放出される正負イオンの濃度よりも高いものである。

[0050] 正負イオンは、植物５０の生育を阻害しないため、育苗後の栽培期間を通

じて正負イオンを照射することができる。すなわち、育苗後の植物５０に対して、特に照射時間帯または照射期間を設定せずに連続的に照射してもよい。そのため、正負イオンの照射時間帯および照射期間を細かく設定する必要はない。

[0051] また、正負イオンは、空気中の浮遊菌、浮遊ウイルス等を除菌・不活化する効果も有するため、植物栽培環境の除菌等もできるという付加的な効果も得られる。

[0052] 〔実施の形態２〕

本発明の他の実施形態について図３～４に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、実施の形態１と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、その説明を省略する。本発明の植物栽培システム（色素蓄積促進システム）は、紫外線を含まない人工照明を利用して植物を栽培する植物工場（人工気象室）の内部に配されてもよい。本実施形態では、照明装置の照明光を利用して植物を栽培する植物工場（植物栽培用構造体）２１の内部に配される植物栽培システム１１０について説明する。

[0053] 図４は、植物栽培システム１１０の構成を示す図である。図４に示すように、植物栽培システム１１０では、イオン発生装置１は、エアコン（空気調節装置、送風装置）６の内部に配されている。エアコン６は、植物工場２１の内部の温度を調節するとともに、植物工場２１の内部の空気を循環（移動）させる送風装置である。

[0054] 正イオン３および負イオン４は、エアコン６の送風口から、温度調整された空気とともに植物工場２１の内部空間に放出され、拡散される。それゆえ、エアコン６は、イオン発生装置１が発生させた正イオン３および負イオン４を拡散させる送風装置として機能する。

[0055] 植物工場２１には、照明装置（光源）としてＬＥＤ（発光ダイオード）７が設けられている。このＬＥＤ７は、栽培容器５の上方に配されており、紫外線よりも長い波長を有する照明光を出射するものであり、より具体的には、５００ｎｍ以上の波長を有する赤色の照明光を出射する。赤色光は、葉緑

素（クロロフィル）による吸収効率が高く、光合成が促進されることから、近年では赤色ＬＥＤを用いたレタスの栽培が行われている。

[0056] ただし、植物工場２１で利用される照明装置は、赤色照明に限定されず、白色照明光を出射するものであってもよく、波長範囲は特に限定されない。また、植物工場２１の照明装置は、ＬＥＤに限定されず、蛍光灯、ハロゲンランプ等、公知の光源を用いてもよい。

[0057] （植物栽培システム１１０の作用効果）

図３の（ｂ）は、植物工場における植物栽培システム１１０の作用効果を説明するための図である。上述のように、植物工場内で植物を栽培する場合にも、紫外線の不足等により植物の葉における色素（特にアントシアニン）の蓄積が起こりにくいという問題が生じる。

[0058] そこで、植物栽培システム１１０を植物工場２１の内部で稼動させることによりこの問題を解決できる。すなわち、イオン発生装置１から放出される正負イオンによって、植物５０における色素の蓄積を促進することができる。

[0059] 〔実施の形態３〕

本発明の他の実施形態について図５に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、実施の形態１と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、その説明を省略する。本実施形態では、植物工場２１の内部に配される植物栽培システム１２０について説明する。

[0060] 図５は、植物栽培システム１２０の構成を示す図である。図４に示すように、植物栽培システム１２０では、イオン発生装置１は、エアコン６とは別の装置として設けられている。イオン発生装置１は、植物工場２１の床に配置されており、植物工場２１の天井に向けて（より正確には、斜め上方に）正イオン３および負イオン４を放出する。そのために、イオン発生装置１の内部に送風装置（不図示）が設けられている。

[0061] 正イオン３および負イオン４が植物５０に直接照射されることは好ましくないため、植物工場２１の内部空間に均等に正イオン３および負イオン４が

拡散するようにイオン発生装置１のイオン吹き出し口の向きが調整されている。

[0062] 植物栽培システム１２０では、既存の植物工場および栽培施設をそのまま利用することができ、初期投資費用を軽減できる。

[0063] なお、植物栽培用構造体であるグリーンハウス２０および植物工場２１を本発明の構成要素として捉える必要はない。また、グリーンハウス２０または植物工場２１の内部において、植物５０の周囲の正負イオン濃度を高めるために、植物５０の周囲に閉鎖空間を形成する構造体を設け、イオン発生装置１から当該構造体の内部に正負イオンを送り込んでもよい。

実施例

[0064] 本発明の一実施例について図６～図１２に基づいて説明すれば、以下のとおりである。ここでは、プラスティックボックス（植物栽培用構造体）３０を用いて閉鎖的空間を形成し、植物５０として赤色系レタス（ロロロッサ）の栽培を行った例について説明する。

[0065] （実験条件）

図６の（ａ）および（ｂ）は、本実施例の構成を示す図である。図６の（ａ）は、本実施例の植物栽培システムを上方から見た場合の実施例の構成を示す図であり、図６の（ｂ）は、本実施例の植物栽培システムを側方から見た場合の実施例の構成を示す図である。図７は、本実施例の構成を写真で示す図である。

[0066] ロロロッサの種子をウレタンキューブには種し、白色蛍光灯を１１０μｍｏｌ／ｍ^2／ｓの照射強度で、明期１６時間、暗期８時間の周期で点灯させて１０日間育苗した。そのときの気温は、明期では２５℃であり、暗期では１５℃である。

[0067] 上述の条件で１０日間育苗した赤色系レタスの苗を、栽培容器５としてのプラスティックタッパーの上に直接載置し、培養液を給肥した。培養液として、大塚ハウスＡ処方の１／２単位を用いた。

[0068] 光源として白色蛍光灯を用いており、白色蛍光灯は、プラスティックボッ

クス３０の上方に配されている。光量は、１１０μｍｏｌ／ｍ^2／ｓであり、光の波長は、約４００～７００ｎｍである。明期１６時間、暗期８時間の周期で蛍光灯を点灯させた。

[0069] プラスティックボックス３０内の温度は、明期では２５℃であり、暗期では１５℃である。また、プラスティックボックス３０内の湿度は約１００％である。プラスティックボックス３０内に、イオン発生装置１、栽培容器５および植物５０が配置されている。

[0070] 図８は、本実施例で用いたイオン発生装置１の外観を示す図である。本実施例では、プラズマクラスターイオン発生器ＩＧ－Ｂ２０（シャープ社製）を用いた。イオン発生装置１は、プラスティックボックス３０の内部に、イオン吹き出し口を斜め上方に向けて、正イオン３および負イオン４を含む風が直接植物５０に照射されないように配置されている。このイオン発生装置１は、その内部に送風装置が設けられているものである。

[0071] 正負イオン処理中は、プラスティックボックス３０を密閉しており、プラスティックボックス３０内の正イオンおよび負イオンの総濃度は、約１２８０００個／ｃｍ^{3}である。イオン発生装置１は、育苗後の正負イオン処理期間中は常時作動させ、正イオンおよび負イオンの濃度を一定に維持した（イオン照射工程）。

[0072] なお、正負イオン濃度の測定には、市販のイオンカウンター（例えば、明興産業株式会社製イオンカウンターＮＫＭＨ－１０３）を用い、１ｃｍ^3／Ｖ・ｓ以上の移動度を有するイオンを測定対象としている。そのとき、正イオンおよび負イオンの濃度をそれぞれ測定している。正イオンおよび負イオンは、ほぼ等量発生する。上述の濃度は、正イオンの濃度と負イオンの濃度との和である。

[0073] また、正負イオンを発生しないように改造したイオン発生装置を用いて、正負イオンを含まない風をロロロッサにあてた実験系をコントロールとして用意した。正負イオン以外の条件は、上述の条件と同一にした。

[0074] （実験結果）

上述の条件で２４日間、ロロロッサを正負イオン処理した。図９の（ａ）は２４日間正負イオンで処理したロロロッサの葉の状態を示す図であり、図９の（ｂ）は正負イオンを含まない風で処理した場合のロロロッサの葉の状態を示す図である。

[0075] 図９の（ａ）および（ｂ）の比較から分かるように、正負イオンで処理した場合には、葉において顕著に赤色の着色が認められたが、風コントロールでは着色はほとんど認められなかった。

[0076] 図１０は、正負イオン処理を２７日間行ったロロロッサおよびコントロールのロロロッサの葉における総ポリフェノール含量を示すグラフである。総ポリフェノール含量の測定には、ロロロッサの葉の先端部を用いた。総ポリフェノール含量の測定は、Folin-Denis法（植物環境工学（２００９）２１；５１－５８）に準じた方法で行った。

[0077] 図１０に示すように、正負イオン処理した場合には、風コントロールと比べて総ポリフェノール含量が約２倍に増加していた。栽培期間中の継続的な正負イオン処理により、栽培後期にロロロッサの葉で赤色の着色が生じたのは、植物の赤色色素源であるポリフェノールの蓄積量の増加によるものと考えられる。

[0078] 図１１は、正負イオン処理を２７日間行ったロロロッサおよびコントロールのロロロッサの葉における総アントシアニン含量を示すグラフである。総アントシアニン含量の測定には、ロロロッサの葉の先端部を用いた。総アントシアニン含量の測定は、Lee & Francis法（植物環境工学（２００９）２１；５１－５８）に準じた方法で行った。

[0079] 図１１に示すように、正負イオン処理した場合には、風コントロールと比べて総アントシアニン含量が約６倍に増加していた。栽培期間中の継続的な正負イオン処理により、栽培後期にロロロッサの葉で赤色の着色が生じたのは、ポリフェノールの一種であるアントシアニンの蓄積量の増加によるものと考えられる。

[0080] 図１２は、正負イオン処理を２７日間行ったロロロッサおよび風コントロ

ールのロロロッサの根を含む植物全体の新鮮重を示すグラフである。図１２に示すように、正負イオン処理を施したロロロッサと風コントロールのロロロッサとでは、新鮮重に有意な差は認められなかった。

[0081] このことから、栽培期間中の継続的な正負イオン処理による栽培後期でのロロロッサの葉におけるポリフェノールの蓄積は、植物の生育に顕著な影響を及ぼさないことが明らかとなった。この結果から、正負イオンを処理することで生育に顕著な影響を与えずにポリフェノール（特にアントシアニン）量を増加させることが可能であることが明らかとなった。

[0082] なお、赤色の着色は、正負イオン処理後２０日前後、すなわち栽培後期から認められ始めた。この事実から、正負イオン処理によって誘導される色素の蓄積は、比較的穏やかなものであることが分かる。そのため、正負イオン処理が植物の生育に与える影響がほとんどないと考えられる。

[0083] （効果）

青色光照射、低温処理、塩ストレス処理、渇水処理など、正負イオン処理以外のストレス処理によってもアントシアニンが誘導されると考えられるが、これらの処理は、植物の生育に悪影響を及ぼす可能性が高い。さらには、処理時間または処理濃度を誤れば、植物を枯らせてしまう可能性もある。

[0084] これに対して、正負イオン処理は、植物の生育に与える影響はほとんどなく、処理時間および処理濃度を厳密に管理する必要もない。そのため、簡易な処理で植物に色素を蓄積させることができる。

[0085] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0086] 例えば、太陽光と人工照明とを併用する栽培施設において上述の植物栽培システムを用いてもよい。

[0087] （付記事項）

上述のように、上記色素蓄積促進システムは、上記イオン発生装置が発生

させた正イオンおよび負イオンを拡散させる送風装置をさらに含むことが好ましい。

[0088] イオン発生装置が発生させた正イオンおよび負イオンを送風装置からの風により拡散させることによって、複数の植物に均一にイオンを照射することができる。

[0089] それゆえ、一部の植物体が必要以上に着色したり、一部の植物体が着色しなかったりするという個体間のばらつきを抑制することができる。

[0090] また、上記色素蓄積促進システムは、太陽光に含まれる紫外線の少なくとも一部を遮断する透光部材を透過した光を利用して植物を栽培する植物栽培用構造体の内部に配されてもよい。

[0091] また、上記透光部材は、ガラス材を含むものであってもよい。

[0092] 太陽光が透光部材を透過することにより紫外線の少なくとも一部が遮断される。特に、この遮断効果は透光部材がガラスである場合に大きい。このような植物栽培用構造体で植物を栽培すると、植物に照射される紫外線が少なくなるため、露地栽培に比べて植物に蓄積する色素、特にアントシアニンの量が減少する。

[0093] そのため、上記色素蓄積促進システムは、太陽光の一部のみを利用する植物栽培用構造体の内部で栽培される植物の色素を蓄積誘導させるシステムとして好適に利用できる。

[0094] また、上記色素蓄積促進システムは、紫外線よりも長い波長を有する照明光を発する照明装置の照明光を利用して植物を栽培する植物栽培用構造体の内部に配されてもよい。

[0095] また、上記照明光は、５００ｎｍ以上の波長を有するものであってもよい。

[0096] 紫外線や青色光よりも長い波長（例えば、５００ｎｍ以上の波長）を有する照明光を発する照明装置の照明光を利用して植物を栽培する場合には、植物の着色を促進する波長成分がほとんどないため、露地栽培に比べて植物に蓄積する色素、特にアントシアニンの量が減少する。

[0097] そのため、上記色素蓄積促進システムは、人工照明を利用する植物栽培用構造体の内部で栽培される植物の色素を蓄積誘導させるシステムとして好適に利用できる。

[0098] また、上記色素には、ポリフェノール由来の色素が含まれていてもよく、特に、アントシアニン由来の色素が含まれていてもよい。

[0099] 正イオンおよび負イオンの照射によりポリフェノール、特にアントシアニンの蓄積量が増加することが本発明の発明者によって確認されている。ポリフェノールは、色素源であり、ポリフェノールの蓄積量を増加させることにより植物を着色することができる。

[0100] 見方を変えれば、正イオンおよび負イオンの照射対象となる植物は、ポリフェノール、特にアントシアニンを多く含み得る植物であることが好ましい。

[0101] なお、ポリフェノール由来の色素とは、ポリフェノールそのものであってもよいし、ポリフェノールの前駆体やポリフェノールをもとに生合成された色素であってもよい。また、アントシアニン由来の色素とは、アントシアニンそのものであってもよいし、アントシアニンの前駆体やアントシアニンをもとに生合成された色素であってもよい。

[0102] また、上記植物は、赤色色素を蓄積可能な葉菜類であってもよい。

[0103] 赤色系の葉菜類に正イオンおよび負イオンを照射することにより、赤色色素の蓄積を促進することができる。

[0104] また、上記植物の周囲の空間における上記正イオンおよび上記負イオンを含むイオンの平均濃度は、５万個／ｃｍ^{3}以上であることが好ましく、１０万個／ｃｍ^{3}以上であることがより好ましい。

[0105] 酸化ストレスによる色素の蓄積誘導は、正イオンおよび負イオンの濃度に依存しており、その平均濃度（正イオンの濃度と負イオンの濃度との和）が５万個／ｃｍ^{3}以上であれば、色素の蓄積が顕著に見られる。より顕著に色素を蓄積させるためには、上記平均濃度は、１０万個／ｃｍ^{3}以上であることが好ましい。

[0106] なお、上記植物の周囲の空間とは、当該植物が栽培されている植物栽培用構造体の内部における空間全体を意味するものでは必ずしもない。少なくとも、上記植物の周囲の正イオンおよび負イオンの平均濃度が上述の濃度になっていればよい。

[0107] また、上記色素蓄積促進システムは、植物を栽培する植物栽培用構造体の内部に配され、上記植物栽培用構造体には、当該植物栽培用構造体の内部の空気を移動させる送風装置が設けられていてもよい。

[0108] 植物栽培用構造体の内部の空気を移動（特に、循環）させる送風装置が植物栽培用構造体の内部に設けられている場合には、その送風装置を利用して、正イオンおよび負イオンを植物栽培用構造体の内部に均一に拡散させることができる。

[0109] また、上記色素蓄積促進システムに含まれるイオン発生装置も本発明の技術的範囲に含まれる。

[0110] また、上記イオン照射工程は、上記植物の育苗後の栽培期間において連続的に行われてもよい。

[0111] 正イオンおよび負イオンは、植物の成長に悪影響を及ぼさないため、長期間のイオン照射が可能である。

[0112] また、上記イオン照射工程は、赤色色素を蓄積可能な葉菜類に対して行われてもよい。

[0113] 赤色系の葉菜類に正イオンおよび負イオンを照射することにより、赤色色素の蓄積を促進することができる。

産業上の利用可能性

[0114] 本発明は、既存および新規の植物工場および栽培施設の内部で栽培される植物において色素の蓄積を促進する装置、システムおよび方法として好適に利用することができる。

符号の説明

[0115] 1 イオン発生装置

2 循環扇（送風装置）

３　正イオン

４　負イオン

６　エアコン

７　ＬＥＤ

２０　グリーンハウス（植物栽培用構造体）

２１　植物工場（植物栽培用構造体）

３０　プラスティックボックス（植物栽培用構造体）

５０　植物

１００　植物栽培システム（色素蓄積促進システム）

１１０　植物栽培システム（色素蓄積促進システム）

１２０　植物栽培システム（色素蓄積促進システム）

請求の範囲

[請求項1] 色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される植物における色素の蓄積を促進する色素蓄積促進システムであって、

上記植物が栽培される空間において正イオンおよび負イオンを発生させるイオン発生装置を含むことを特徴とする色素蓄積促進システム。

[請求項2] 上記イオン発生装置が発生させた正イオンおよび負イオンを拡散させる送風装置をさらに含むことを特徴とする請求項１に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項3] 太陽光に含まれる紫外線の少なくとも一部を遮断する透光部材を透過した光を利用して植物を栽培する植物栽培用構造体の内部に配されることを特徴とする請求項１または２に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項4] 上記透光部材は、ガラス材を含むことを特徴とする請求項３に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項5] 紫外線よりも長い波長を有する照明光を発する照明装置の照明光を利用して植物を栽培する植物栽培用構造体の内部に配されることを特徴とする請求項１または２に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項6] 上記照明光は、５００ｎｍ以上の波長を有するものであることを特徴とする請求項５に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項7] 上記色素には、ポリフェノール由来の色素が含まれることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項8] 上記色素には、アントシアニン由来の色素が含まれることを特徴とする請求項７に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項9] 上記植物は、赤色色素を蓄積可能な葉菜類であることを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項10] 上記植物の周囲の空間における上記正イオンおよび上記負イオンを含むイオンの平均濃度は、５万個／ｃｍ^{3}以上であることを特徴とす

る請求項１～９のいずれか１項に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項11] 上記植物の周囲の空間における上記正イオンおよび上記負イオンを含むイオンの平均濃度は、１０万個／ｃｍ^{3}以上であることを特徴とする請求項１０に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項12] 植物を栽培する植物栽培用構造体の内部に配され、

上記植物栽培用構造体には、当該植物栽培用構造体の内部の空気を移動させる送風装置が設けられていることを特徴とする請求項１～１１のいずれか１項に記載の色素蓄積促進システム。

[請求項13] 請求項１～１２のいずれか１項に記載の色素蓄積促進システムに含まれることを特徴とするイオン発生装置。

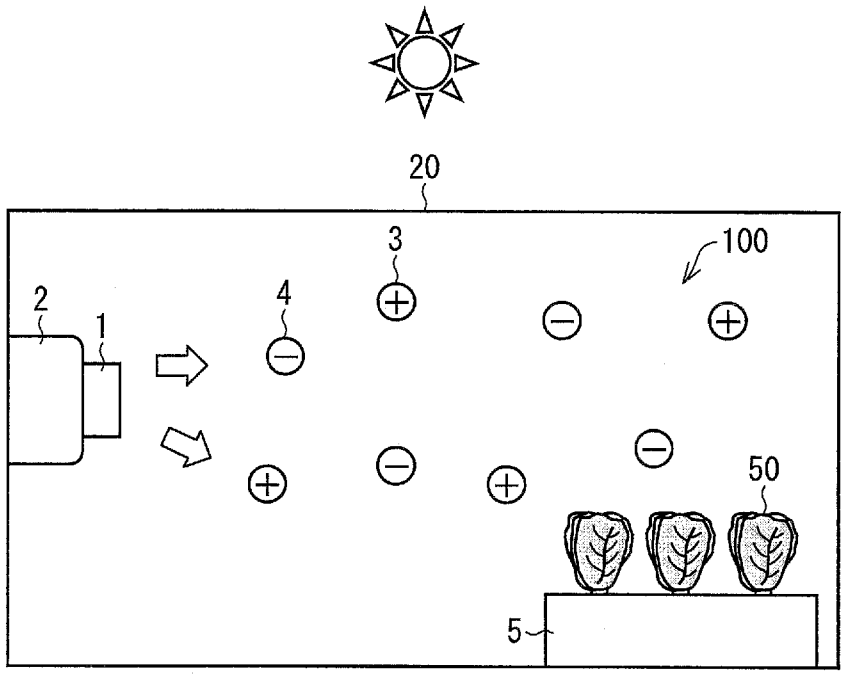
[請求項14] 色素が蓄積されにくい栽培条件下で栽培される植物における色素の蓄積を促進する色素蓄積促進方法であって、

正イオンおよび負イオンを上記植物に照射するイオン照射工程を含むことを特徴とする色素蓄積促進方法。

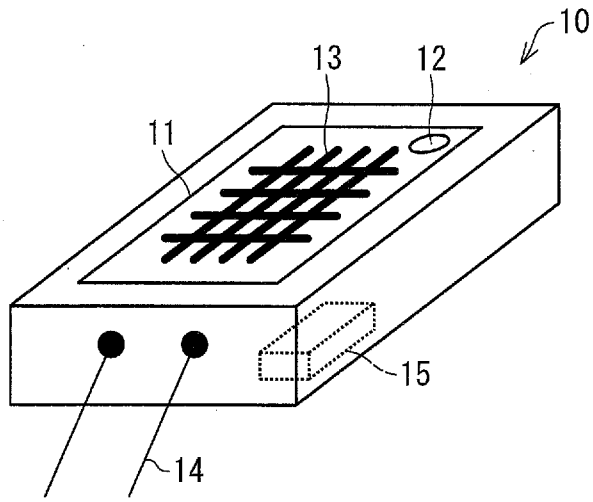
[請求項15] 上記イオン照射工程は、上記植物の育苗後の栽培期間において連続的に行われることを特徴とする請求項１４に記載の色素蓄積促進方法。

[請求項16] 上記イオン照射工程は、赤色色素を蓄積可能な葉菜類に対して行われることを特徴とする請求項１４または１５に記載の色素蓄積促進方法。

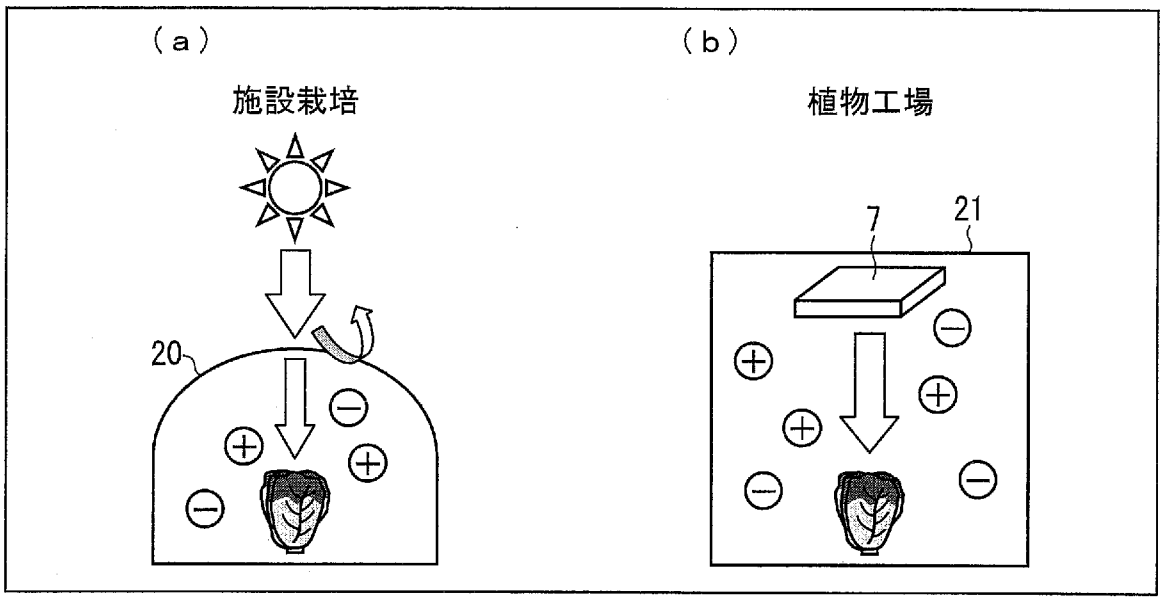
[図1]



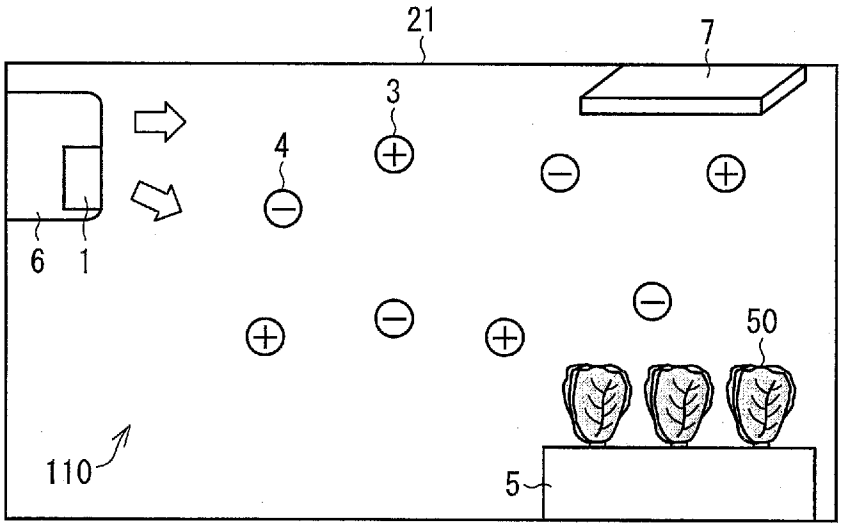
[図2]



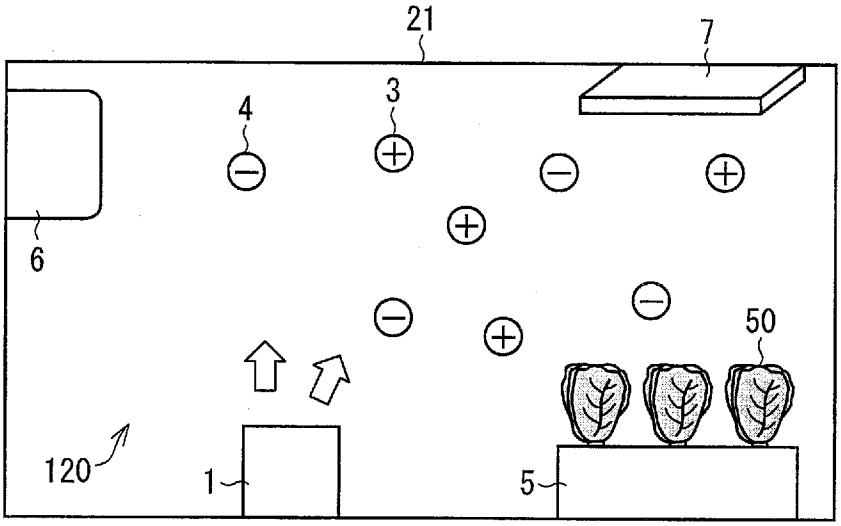
[図3]



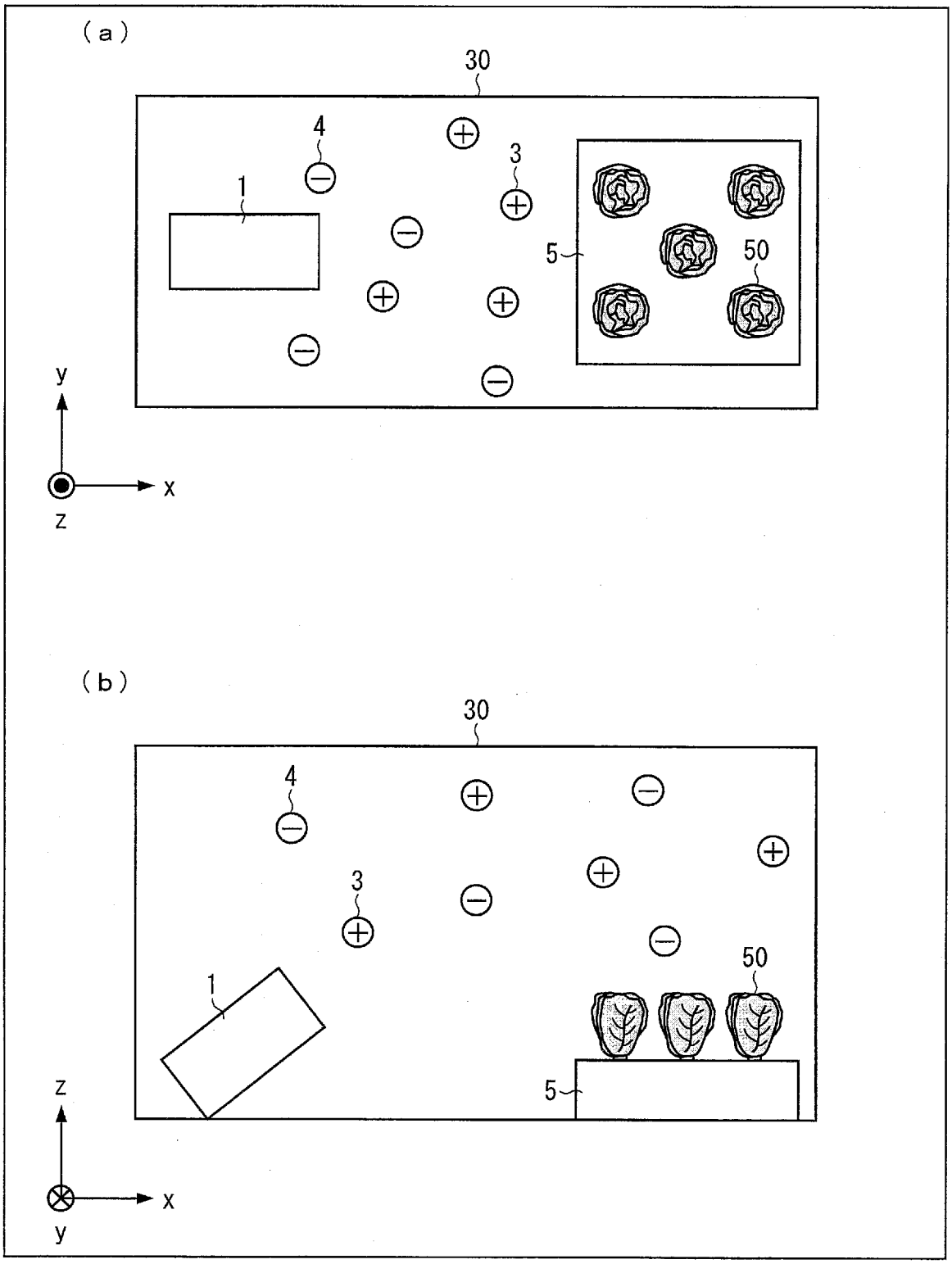
[図4]



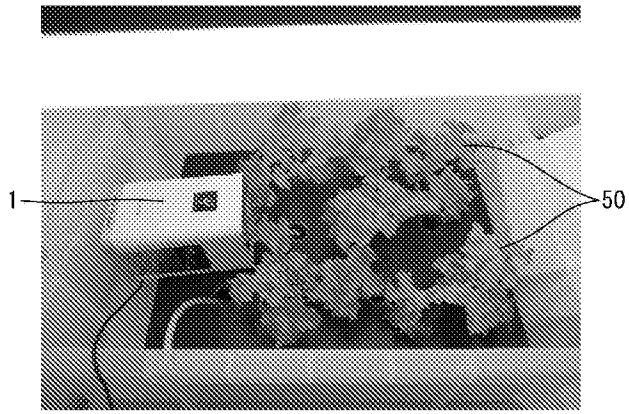
[図5]



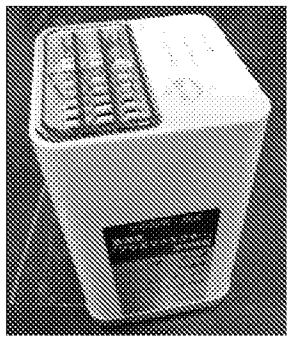
[図6]



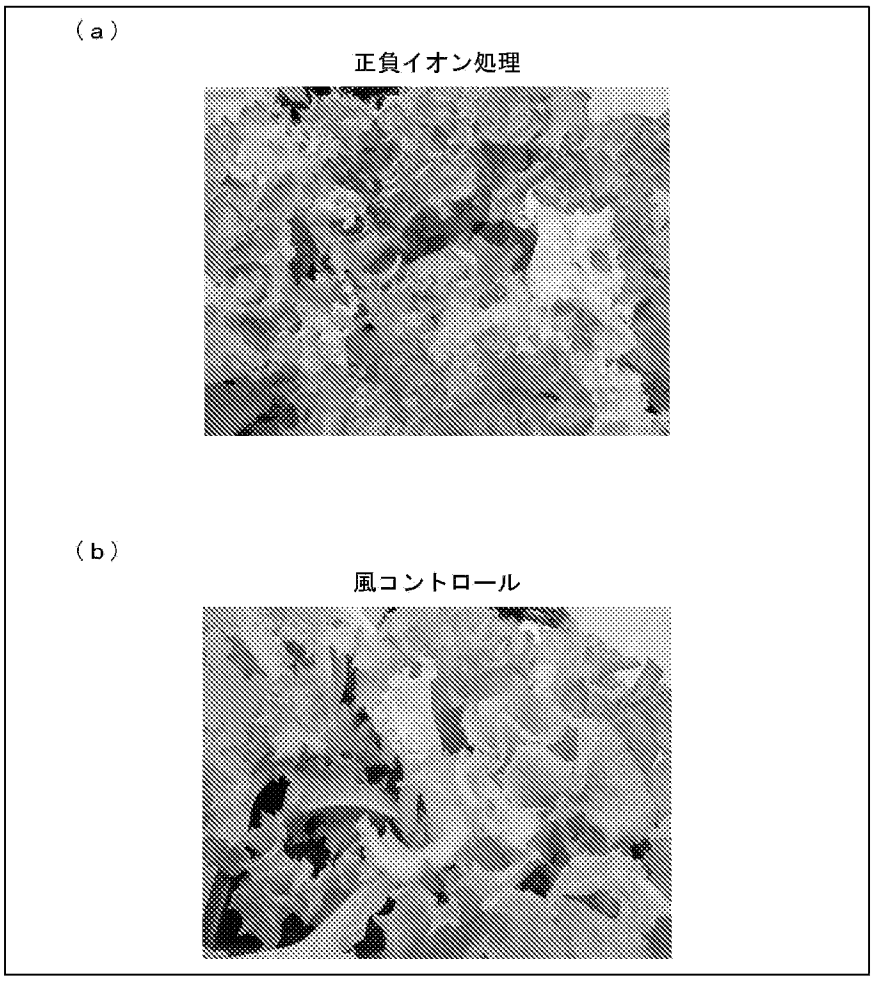
[図7]



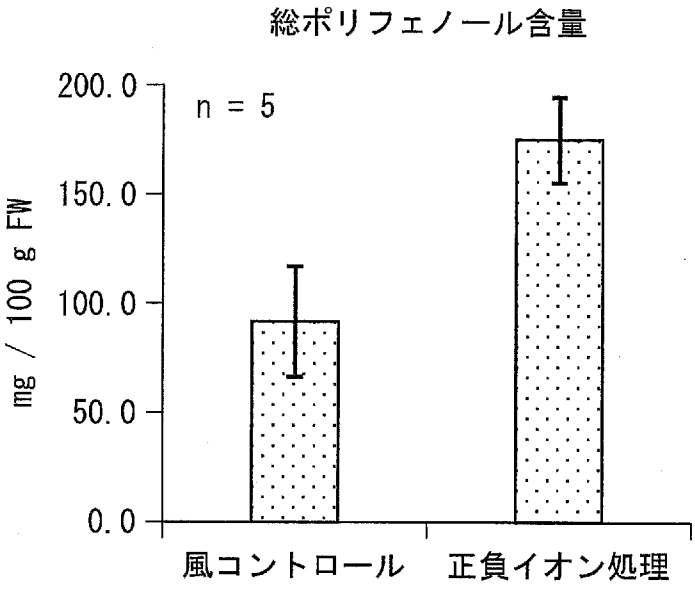
[図8]



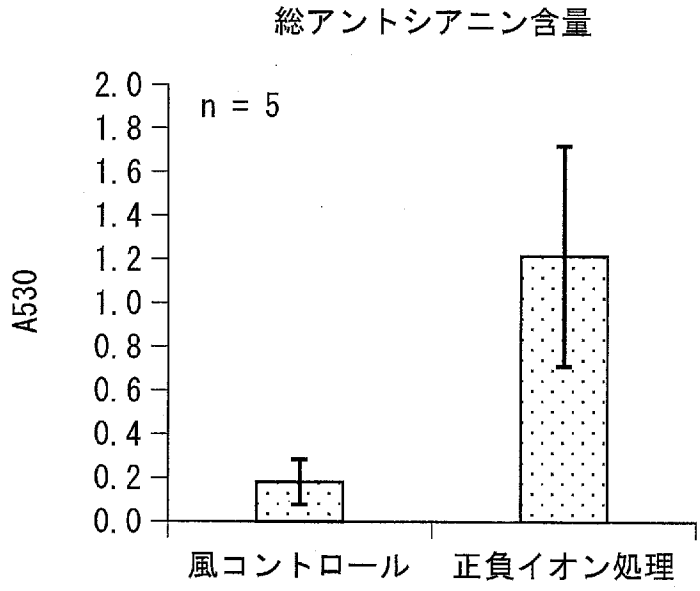
[図9]



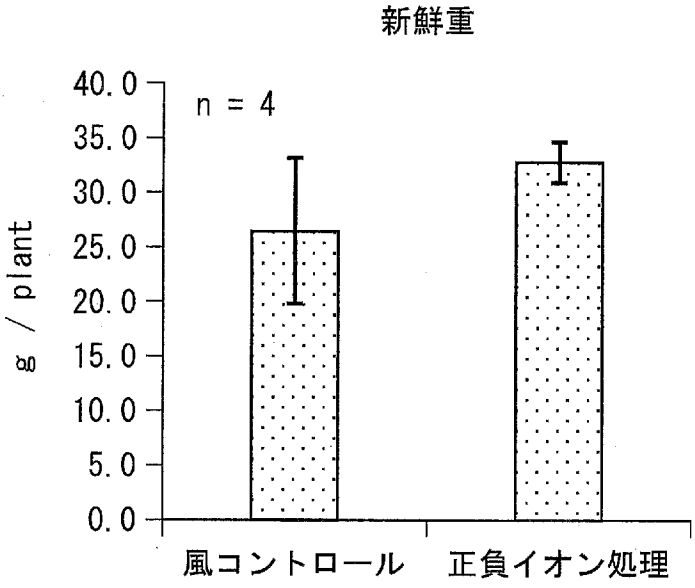
[図10]


総ポリフェノール含量
n = 5
mg / 100 g FW
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
風コントロール
正負イオン処理

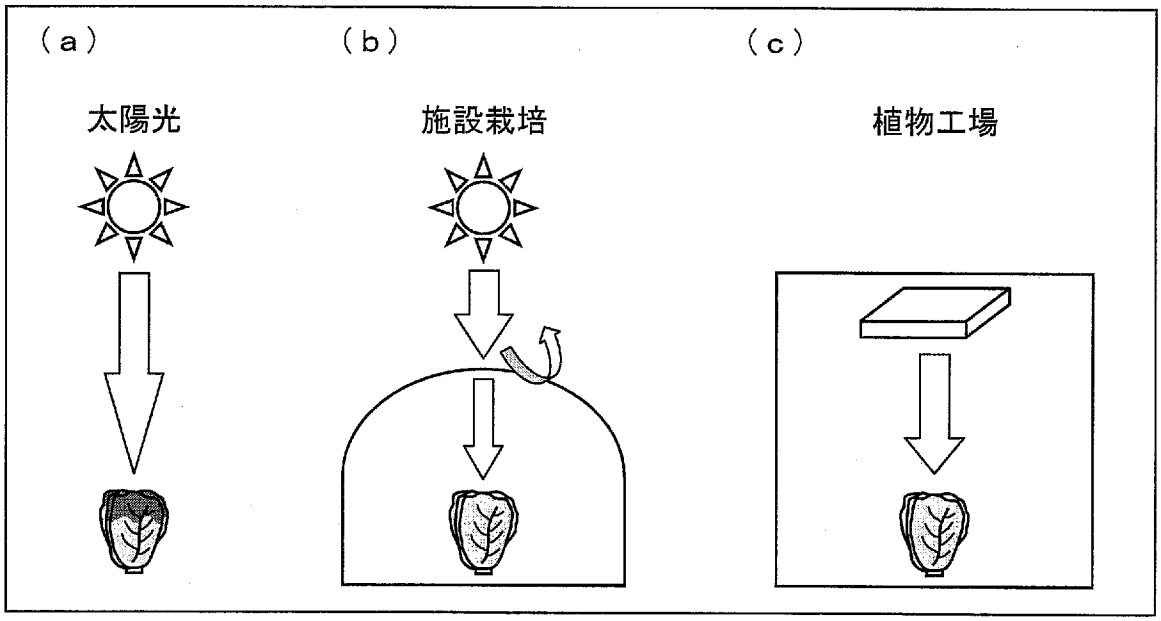
[図11]


総アントシアニン含量
n = 5
A530
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
風コントロール
正負イオン処理

[図12]


新鮮重
n = 4
g / plant
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
風コントロール
正負イオン処理

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/079998

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A01G7/00(2006.01)i, *A01G9/20*(2006.01)i, *A01G31/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A01G7/00, A01G9/20, A01G31/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/120219 A1 (Sharp Corp.), 22 December 2005 (22.12.2005), entire text; all drawings & JP 2005-192550 A	1-16
A	JP 2005-151850 A (CCS Inc.), 16 June 2005 (16.06.2005), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0011], [0042] (Family: none)	1-16
A	JP 2009-531415 A (Andres Antonio Leschot Sanhueza), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text; all drawings & US 2007/0232495 A1 & EP 2003968 A	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 March, 2012 (27.03.12)	03 April, 2012 (03.04.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７９９９８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A01G7/00(2006.01)i, A01G9/20(2006.01)i, A01G31/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A01G7/00, A01G9/20, A01G31/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2005/120219 A1（シャープ株式会社）2005.12.22, 全文, 全図 & JP 2005-192550 A	１－１６
A	JP 2005-151850 A（シーシーエス株式会社）2005.06.16, 全文、全図, 特に【００１１】,【００４２】（ファミリーなし）	１－１６
A	JP 2009-531415 A（アンドレス・アントニオ・レショー・サンウエサ）2009.09.03, 全文, 全図 & US 2007/0232495 A1& EP 2003968 A	１－１６

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２７．０３．２０１２	国際調査報告の発送日 ０３．０４．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｂ　９３１８ 坂田　誠 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２３７