

(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
2016年3月31日(31.03.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/047533 A1

- (51) 国際特許分類:
C07D 249/08 (2006.01) *A01P 21/00* (2006.01)
A01N 43/653 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/076336
- (22) 国際出願日: 2015年9月16日(16.09.2015)
- (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 2014-196773 2014年9月26日(26.09.2014) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人静岡大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 轟 泰司(TODOROKI Yasushi); 〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6 国立大学法人静岡大学大学院農学研究科内 Shizuoka (JP). 久保 尻 由貴(KUBOJIRI Yuki); 〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6 国立大学法人静岡大学大学院農学研究科内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命

ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

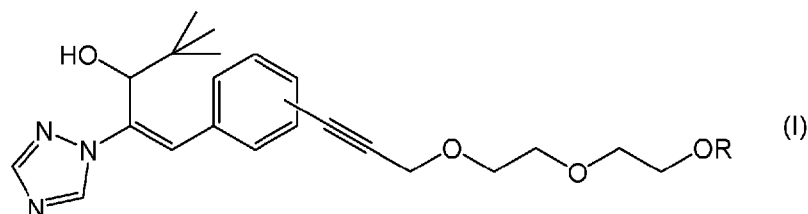
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ABCSCINAZOLE

(54) 発明の名称: アブシナゾール



(57) Abstract: The compound represented by formula (1) or a salt thereof has the inhibitory effect of ABA 8'-hydroxylase CYP707A. This compound or a salt thereof can be used as a plant growth regulator. In formula (1), R is a C1-C6 alkyl group, and the C1-C6 alkyl group may have a substituent selected from the group consisting of a halogen atom and C1-C6 alkoxy groups.

(57) 要約: 式 (I) で表される化合物又はその塩は、アブシジン酸 8'位水酸化酵素 CYP707A の阻害作用を有する。かかる化合物又はその塩は、植物成長調節剤として利用可能である。[R は C1-6 アルキル基であり、C1-6 アルキル基はハロゲン原子及び C1-6 アルコキシ基からなる群から選択される置換基を有していてもよい。]

WO 2016/047533 A1

明 細 書

発明の名称： アブシナゾール

技術分野

[0001] 本発明は、アブシナゾールに関する。

背景技術

[0002] アブシジン酸は、種子の休眠及び環境ストレス応答において重要な役割を担う植物ホルモンである。アブシジン酸の異化による不活性化は、主にアブシジン酸 8' 位水酸化酵素 CYP707A によって制御されている。

[0003] 植物矮化剤である S-ウニコナゾールは、ジベレリンの生合成に関与する酵素である *ent*-カウレンオキシダーゼ CYP701A を阻害することにより、その機能を発揮するが、S-ウニコナゾールは CYP707A をも阻害する。そこで、S-ウニコナゾールの機能から CYP701A 阻害活性を除去し、CYP707A 阻害活性を残した化合物群が開発され、この化合物群はアブシナゾールと名付けられている。例えば、アブシナゾールの一つであるアブシナゾール-E2B を植物に投与すると、内生のアブシジン酸が分解されず、植物に乾燥耐性を付与できることが報告されている（特許文献 1 及び非特許文献 1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2013-231014 号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献 1：Okazaki et al., "Abscinazole-E2B, a practical and selective inhibitor of ABA 8'-hydroxylase CYP707A", *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, vol.20, pp.3162-3172 (2012)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、CYP707A の阻害剤となる新たなアブシナゾールを提供す

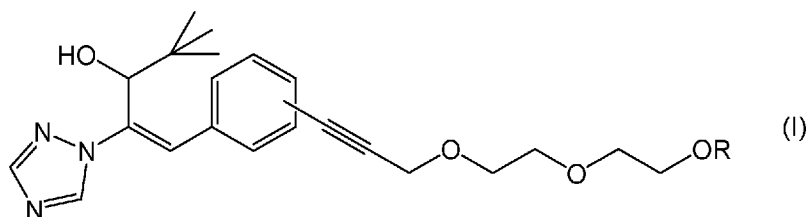
ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らが鋭意検討を行ったところ、アブシナゾール-E 2 Bの1, 2, 3-トリアゾール環をアセチレンジイル基に代えた化合物は、CYP707A阻害作用を有することを見出し、本発明を完成するに至った。

[0008] すなわち、本発明は、式(1)で表される化合物又はその塩を提供する。

[化1]



[RはC1-6アルキル基であり、C1-6アルキル基はハロゲン原子及びC1-6アルコキシ基からなる群から選択される置換基を有していてもよい。]

[0009] 上記化合物又はその塩において、Rはn-ブチル基又は2-メトキシエチル基であってよい。

[0010] 上記化合物又はその塩は、CYP707Aの阻害剤として利用することが可能であり、また、植物成長調節剤としても利用することが可能である。

発明の効果

[0011] 式(1)で表される化合物又はその塩は、CYP707A阻害作用を有し、植物成長調節剤となり得る。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施例1～4の化合物がシロイヌナズナの種子発芽に及ぼす影響を調べた結果を表すグラフである。

[図2]実施例1～4の化合物がシロイヌナズナの種子発芽に及ぼす影響を調べた結果を表す写真である。

[図3]実施例1～2の化合物及び比較例1の化合物がシロイヌナズナの種子発芽に及ぼす影響を調べた結果を表す写真である。

[図4]実施例1～4の化合物がイネの第二葉鞘の伸長に及ぼす影響を調べた結果を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本明細書において使用する用語などを説明し、本発明を詳細に説明する。

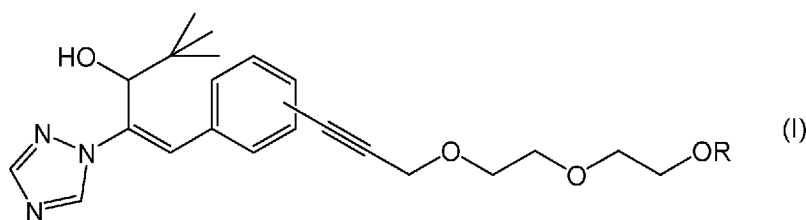
[0014] 本明細書において、「ハロゲン原子」とは、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等を意味し、好ましくはフッ素原子、塩素原子である。

[0015] 本明細書において、「C1－6アルキル基」とは、炭素数が1～6個の直鎖又は分枝状のアルキル基を意味し、例えば、メチル基、エチル基、n－プロピル基、イソプロピル基、n－ブチル基、イソブチル基、sec－ブチル基、tert－ブチル基、n－ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、n－ヘキシル基などが挙げられる。C1－6アルキル基は、より好ましくは、メチル基、エチル基、n－プロピル基、n－ブチル基などの、炭素数が1～4個のアルキル基であるC1－4アルキル基である。

[0016] 本明細書において、「C1－6アルコキシ基」とは、C1－6アルキル基が結合したオキシ基であることを意味し、例えば、メトキシ基、エトキシ基、1－プロピルオキシ基、2－プロピルオキシ基、1－ブチルオキシ基、2－メチルプロピルオキシ基、1－メチルプロピルオキシ基、1，1－ジメチルエトキシ基などが挙げられる。

[0017] 本実施形態に係る化合物は、式(1)で表される。以下、化合物(1)と表す場合もある。

[化2]



[RはC1－6アルキル基であり、C1－6アルキル基はハロゲン原子及びC1－6アルコキシ基からなる群から選択される置換基を有していてもよい]

。]

[0018] Rが置換基を有するC 1－6アルキル基である場合、置換基の位置はいずれでもよく、また置換基の数も1個でも複数個でもよい。置換基がC 1－6アルコキシ基の場合、好ましくは、置換基の数は1である。

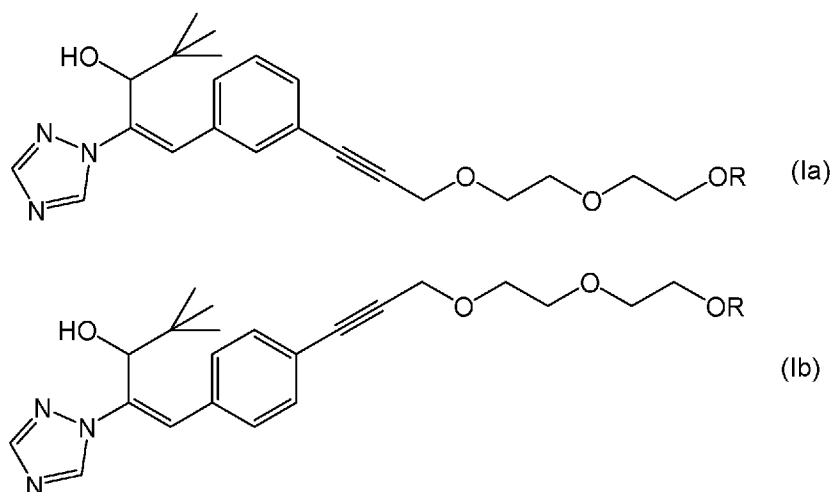
[0019] Rは、好ましくは、C 1－6アルキル基又はC 1－6アルコキシ基で置換されたC 1－6アルキル基である。

[0020] Rは、より好ましくは、メチル基、エチル基、n－プロピル基、n－ブチル基、メトキシメチル基、2－メトキシエチル基、3－メトキシプロピル基、4－メトキシブチル基、エトキシメチル基、2－エトキシエチル基、3－エトキシプロピル基又は4－エトキシブチル基である。

[0021] Rは、最も好ましくは、n－ブチル基又は2－メトキシエチル基である。

[0022] 化合物(1)のベンゼン環上の置換基の結合位置は、オルト位、メタ位及びパラ位のいずれであってもよく、好ましくはメタ位又はパラ位であり、最も好ましくはメタ位である。すなわち、化合物(1)は好ましくは、下記に示す化合物(1a)又は化合物(1b)であり、最も好ましくは化合物(1a)である。化合物(1a)及び化合物(1b)におけるRの好ましい態様は、上述の化合物(1)におけるRの好ましい態様と同じである。

[化3]



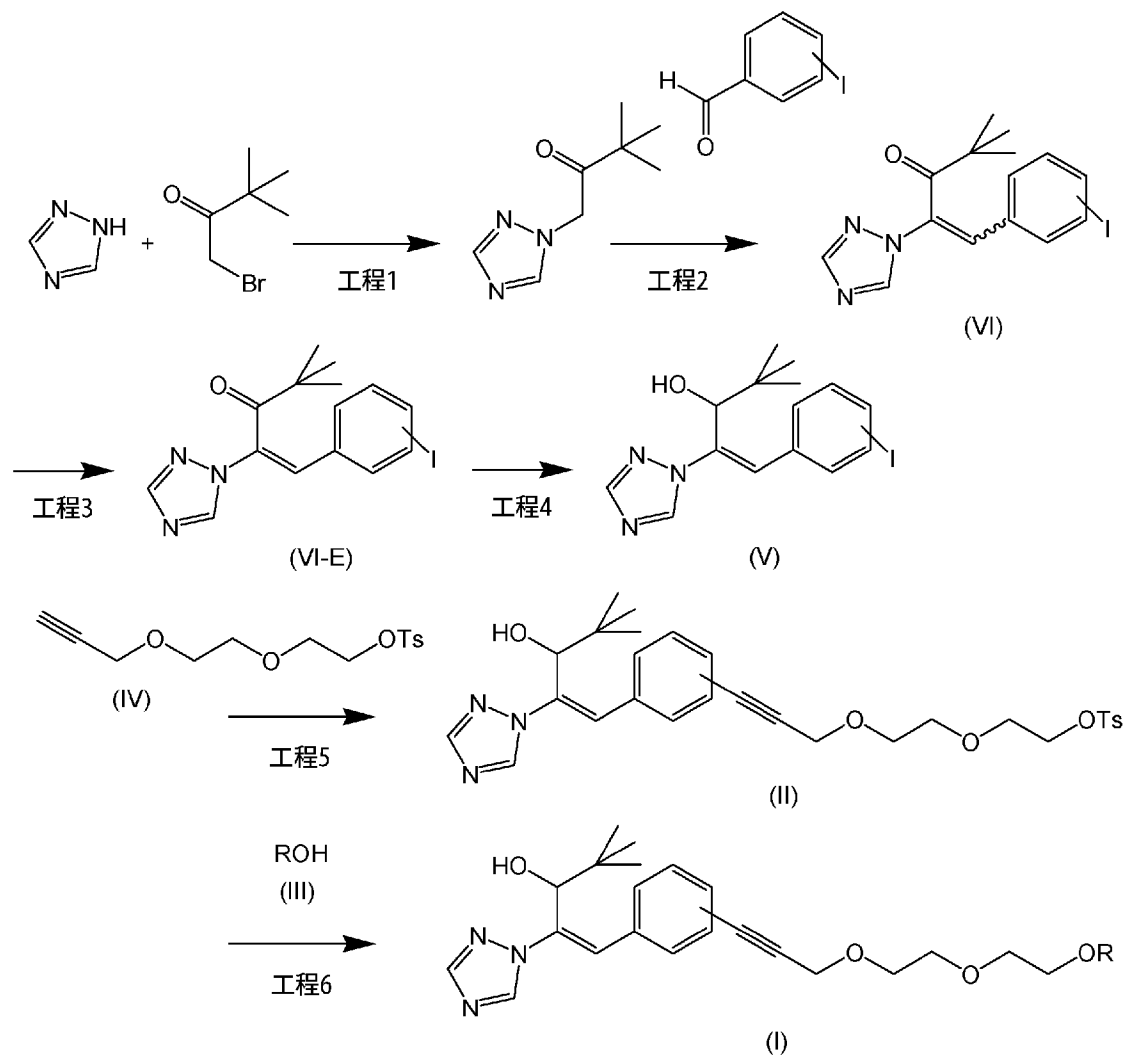
[0023] 化合物(1)のペント－1－エン鎖の3位の炭素原子は不斉炭素原子であり、化合物(1)は光学異性体を有する。化合物(1)は、R体であっても

よく、S体であってもよく、ラセミ体であってもよく、R体及びS体の任意の混合物であってもよい。

[0024] 化合物(1)は塩の形態であってもよい。塩としては、例えば、無機酸塩及び有機酸塩が挙げられる。無機酸塩の例としては、塩酸塩、臭化水素酸塩、硫酸塩、硝酸塩、リン酸塩などが挙げられる。有機酸塩の例としては、酢酸塩、コハク酸塩、フマル酸塩、マレイン酸塩、酒石酸塩、クエン酸塩、乳酸塩、ステアリン酸塩、安息香酸塩、メタンスルホン酸塩、エタンスルホン酸塩、p-トルエンスルホン酸塩、ベンゼンスルホン酸塩などが挙げられる。

[0025] 化合物(1)は、以下の反応スキームにより製造することができる。

[化4]



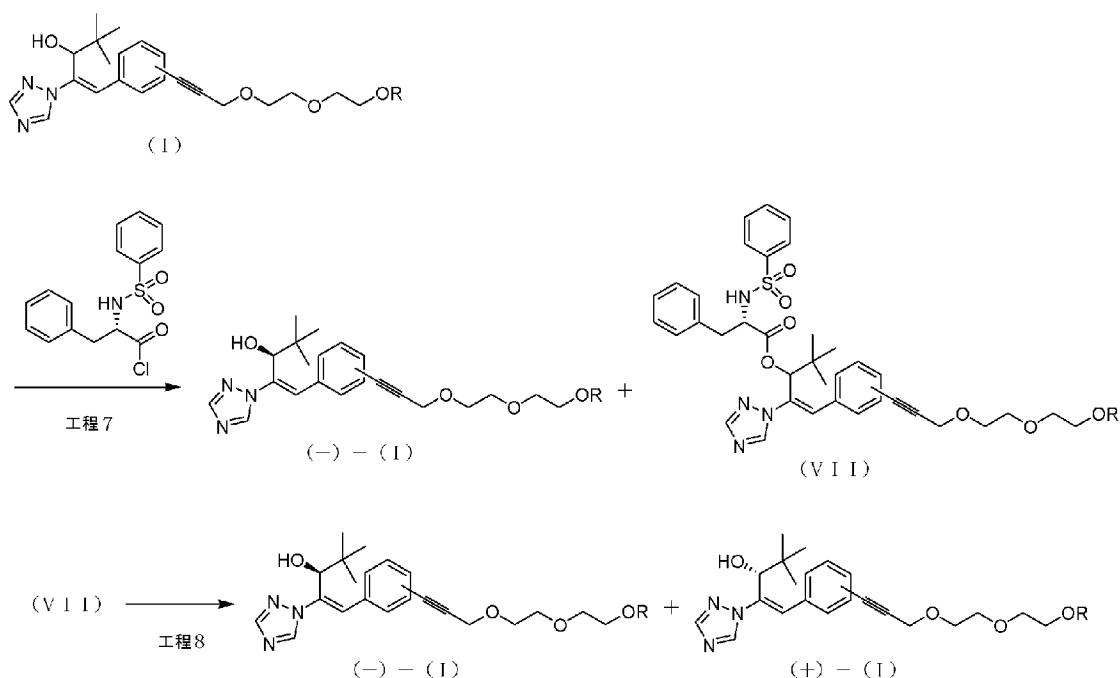
[式中、Tsはトシル基を表す。]

- [0026] 工程1は、1, 2, 4-トリアゾールと1-ブロモ-3, 3-ジメチル-2-ブタノンとを炭酸カリウムなどの塩基の存在下で反応させて、3, 3-ジメチル-1-(1H-1, 2, 4-トリアゾール-1-イル)ブタン-2-オンを得る工程である。具体的な反応条件としては、例えば、製造例1に示した反応条件が挙げられる。
- [0027] 工程2は、3, 3-ジメチル-1-(1H-1, 2, 4-トリアゾール-1-イル)ブタン-2-オン及びヨードベンズアルデヒドを反応させて、化合物(VI)を得る工程である。具体的な反応条件としては、例えば、製造例2及び7に示した反応条件が挙げられる。
- [0028] 工程3は、化合物(VI)から化合物(VI-E)を得る工程である。E-Z体の混合物である化合物(VI)からE体である化合物(VI-E)を分離してもよく、E-Z体の混合物である化合物(VI)にUV光を照射しE体である化合物(VI-E)を過剰にしてから分離してもよい。分離は、カラムクロマトグラフィーなどの通常の分離手段が利用可能である。具体的なUV照射及び分離の条件としては、例えば、製造例3及び8に示した条件が挙げられる。
- [0029] 工程4は、化合物(VI-E)を還元して化合物(V)を得る工程である。水素化ホウ素ナトリウム、水素化アルミニウムリチウムなどの還元剤を用いて、ケトンからアルコールへの還元反応で常用されている反応条件で工程4の反応を行うことが可能である。具体的な反応条件としては、例えば、製造例4及び9に示した反応条件が挙げられる。
- [0030] 工程5は、化合物(V)と化合物(IV)を反応させて化合物(II)を得る工程である。具体的な反応条件としては、例えば、製造例6及び10に示した反応条件が挙げられる。化合物(IV)は市販の化合物を原料にして当業者が容易に製造することが可能である。例えば、製造例5に示した反応条件にしたがい、化合物(IV)を製造することが可能である。
- [0031] 工程6は、化合物(II)と化合物(III)を反応させて化合物(I)

を得る工程である。具体的な反応条件としては、例えば、実施例 1～3 に示した反応条件が挙げられる。得られた化合物 (1) は、必要に応じて光学分割を行ってもよい。光学分割は、当業者に周知の方法により行うことが可能である。例えば、キラル HPLC 法により光学分割を行う場合、実施例 1～3 に示した条件を参考に実施することが可能である。

[0032] キラル HPLC 法の他に、以下の反応スキームに示す方法により、化合物 (1) の (－) 体と (＋) 体を光学分割し、(＋) 体に比べて活性が高い (－) 体を取得することができる。以下の反応スキームによれば、高価なキラルカラムによる分取が不要となり、簡便且つ低コストで、化合物 (1) の (－) 体を得ることができる。

[化5]



[0033] 工程 7 は、化合物 (1) と N-(p-トルエンスルホニル)-L-フェニルアラニルクロリドを反応させて、化合物 (1) の (－) 体と化合物 (V I I) を得る工程である。化合物 (1) と N-(p-トルエンスルホニル)-L-フェニルアラニルクロリドの当量比を 1 : 10 で反応させた場合には、化合物 (1) の (＋) 体がほぼすべて反応するのに対し、(－) 体の約半量は未反応のまま残る。未反応のまま残った (－)-(1) と化合物 (V I I)

）とは、オープンカラムクロマトグラフィーにより容易に分離できる。このため、上記方法によりキラルHPLCを用いた光学分割よりも簡便に活性の高い化合物（I）の（-）体を得ることができる。具体的な反応条件としては、例えば実施例5に示した反応条件が挙げられる。

[0034] 化合物（I）とN-（p-トルエンスルホニル）-L-フェニルアラニルクロリドの当量比を1：20で反応させた場合には、化合物（I）の（-）体と（+）体のいずれもすべて反応し、化合物（VII）が得られる。工程8は、化合物（VII）をODSカラムを用いたHPLCによってジアステレオマーに分割してから、水酸化ナトリウム水溶液などのアルカリ性水溶液によって加水分解し、化合物（I）の（-）体あるいは（+）体を得る工程である。具体的な反応条件としては、例えば実施例6に示した反応条件が挙げられる。

[0035] 化合物（I）は、CYP707A阻害作用を有するため、CYP707Aによるアブシジン酸の分解を抑制することができる。そのため、化合物（I）を投与された植物は、ストレスによりアブシジン酸が合成されると、アブシジン酸の効果を持続させ、アブシジン酸の効果を増強することが可能となる。これにより、化合物（I）は植物の成長を調節することが可能となる。特に、その作用機序を考慮すると、植物に対してストレス耐性を付与することが可能となる。例えば、乾燥、高温、低温などのストレスに植物が曝されたとしても、化合物（I）を植物に投与することで、植物が枯れるのを防ぐことが可能である。

[0036] 対象となる植物は特に限定されず、種子植物、シダ植物又はコケ植物でもよく、種子植物としては裸子植物又は被子植物でもよく、被子植物としては単子葉植物でも双子葉植物でもよい。

[0037] 対象となる植物器官としては、特に限定されず、根、茎、葉、花、生殖器官、種子のいずれでもよく、さらに、培養細胞でもよい。

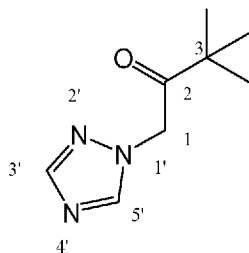
[0038] 植物に適用する化合物（I）の濃度及び接触方法は、対象となる植物の種類、その器官及び目的等に応じて適宜調整可能である。

[0039] 化合物（１）を含む植物成長調節剤は、化合物（１）の他に、殺菌剤、防黴剤、殺虫剤、或いは、化合物（１）以外の植物成長調節作用を有する化合物を含有していてもよい。さらに、公知の製剤用添加剤を含有していてもよい。このような製剤用添加剤としては、例えば、賦形剤、乳化剤、湿潤剤を使用することができる。また、本発明の植物成長調節剤の剤型は特に限定されないが、例えば、乳剤、水和剤、水溶剤、液剤、粒剤、粉剤、マイクロカプセル、燻蒸剤、燻煙剤、エアゾール、フロアブル剤、ペースト剤、錠剤、塗布剤、微量散布用剤、油剤、複合肥料とすることができ、対象となる植物、その器官及び目的等に応じて、使用者が適宜選択することができる。このような剤型の植物成長調節剤は、公知の方法により製造することができる。

実施例

[0040] 製造例１：３，３－ジメチル－１－（１Ｈ－１，２，４－トリアゾール－１－イル）ブタン－２－オンの合成

[化6]

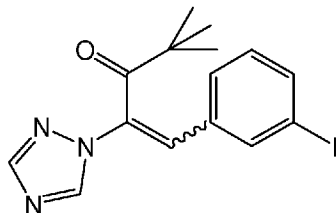


炭酸カリウム 2.06 g (14.9 mmol) をアセトン 5 mL に溶解し、室温で 1, 2, 4－１Ｈ－トリアゾール 0.98 g (14.0 mmol) を加えた。１－ブロモ－３，３－ジメチル－２－ブタノン 2 mL (14.9 mmol) を加え、反応を開始した。室温で 3 時間攪拌した後に濾紙で濾過して炭酸カリウムを取り除き、減圧濃縮した。これをヘキサン－アセトン（7：3）を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー（35 g，1.5 cm 内径×45 cm 長さ）に供し、標記化合物を無色透明針状結晶として 1.65 g (9.87 mmol；収率 71%) 得た。

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 , TMS) : δ (ppm) 1.28

(9 H, s, t-Bu), 5.20 (2 H, s, H-1), 7.96 (1 H, s, H-3'), 8.15 (1 H, s, H-5')

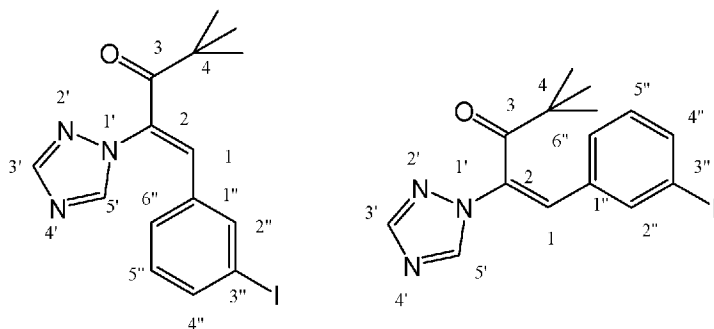
[0041] 製造例2：1-(3-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オンの合成
[化7]



3-ヨードベンズアルデヒド552.2mg (2.380mmol)を無水酢酸1mLに溶解し、室温で炭酸カリウム327.8mg (2.372mmol)、3,3-ジメチル-1-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ブタン-2-オン405.7mg (2.426mmol)を加えて反応を開始した。100℃で8時間、室温に戻して10時間、再び100℃にて12時間撹拌した後、水8mLを加えて反応を停止し、更に水15mLを追加して酢酸エチル50mLで3回抽出した。飽和塩化ナトリウム水溶液3mLで2回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して淡橙色油状物質986.0mgを得た。これをヘキサン-アセトン(75:25)を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー(60g, 2.4cm内径×25cm長さ)に供し、標記化合物をZ:E=10:3(NMR測定の1,3',5',2'',4'',5'',6''位プロトンの積分比より算出)で淡黄色油状物質として551.6mg(1.447mmol;収率61%)得た。

[0042] 製造例3：(E)-1-(3-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オンの合成

[化8]



製造例2で得られた1-(3-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オンのE Z体の混合物123. 3mgをヘキサン-酢酸エチル(75:25)を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー(15g, 1.4cm内径×16cm長さ)に供し、(Z)-1-(3-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オンを83.4mg、(E)-1-(3-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オンを16.0mg及び両者の混合物を18.1mg得た。

製造例2で得られたE Z体の混合物100. 1mg(0.263mmol)をメタノールに溶解し、氷冷しながらUVランプ(UVP BLACK-RAY LONGWAVE ULTRAVIOLET LAMP, MODEL B-100A)を照射した。2時間後、UV照射を止めて減圧濃縮し、淡黄色油状物質100.2mgを得た。これをヘキサン-酢酸エチル(75:25)を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー(12g, 1.2cm内径×20cm長さ)に供し、E Z混合物10.3mg及びE体97.2mg(0.255mmol)を淡黄色油状物質として得た(収率97%)。

Z体

$^1\text{H-NMR}$ (270MHz, CDCl_3 , TMS) : δ (ppm) 1.22

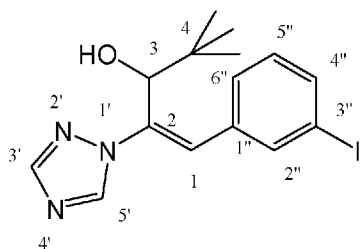
(9H, s, t-Bu), 6.68–6.71 (1H, m, H-6''), 6.98 (1H, t, J=7.9 Hz, H-5''), 7.27 (1H, m, H-2''), 7.46 (1H, s, H-1), 7.64–7.68 (1H, m, H-4''), 7.98 (1H, s, H-3'), 8.18 (1H, s, H-5')

E体

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 , TMS) : δ (ppm) 1.03 (9H, s, t-Bu), 7.08 (1H, s, H-1) 7.12 (1H, t, J=7.9 Hz, H-5''), 7.30–7.33 (1H, m, H-6''), 7.67–7.70 (1H, m, H-2'' and 4''), 8.07 (1H, brs, H-3'), 8.26 (1H, brs, H-5')
 高分解能MS : $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{I}_1\text{N}_3\text{Na}_1\text{O}_1$ に対する計算値 404.02357 ; 実測値 404.02399

[0043] 製造例4 : (E)-1-(3-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オール
 の合成

[化9]



(E)-1-(3-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オン 86.8 mg (0.228 mmol) をメタノール 3 mL に溶解し、水素化ホウ素ナトリウム 11.6 mg (0.307 mmol) を加えて反応を開始した。室温で1時間、撹拌した後に水 5 mL を加えて反応を停止し、酢酸エチル 15 mL で3回抽出した。飽和塩化ナトリウム水溶液 1 mL で2回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して白色固体 88.8 mg を得た。これ

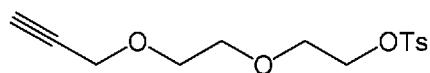
をヘキサン-酢酸エチル（6：4）を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー（8.5 g, 1.0 cm内径×20.5 cm）に供し、標記化合物を白色固体として86.2 mg（0.225 mmol；収率99%）得た。

$^1\text{H-NMR}$ （270 MHz, CDCl_3 , TMS）： δ （ppm）0.68（9H, s, t-Bu），4.26（1H, d, $J=8.6$ Hz, OH），4.53（1H, d, $J=8.6$ Hz, H-3），6.88（1H, s, H-1），7.16（1H, t, $J=7.9$ Hz, H-5'），7.34–7.37（1H, m, H-6'），7.68–7.76（2H, m, H-4' and 2'），8.05（1H, s, H-3'），8.48（1H, s, H-5'）

高分解能MS： $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{I}_1\text{N}_3\text{Na}_1\text{O}_1$ に対する計算値406.03922；実測値406.03914

[0044] 製造例5：4-メチルベンゼンスルホン酸 2-（2-（プロパー2-イン-1-イロキシ）エトキシ）エチルの合成

[化10]

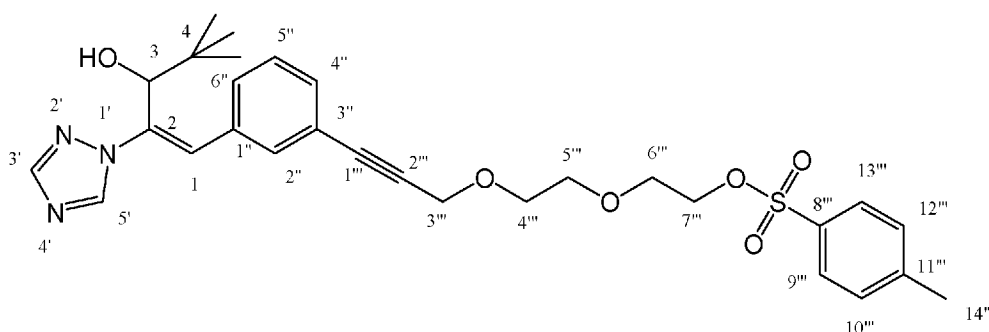


プロパルギルアルコール250 μL （4.23 mmol）を脱水ジメチルホルムアミド30 mLに溶解し、60%水素化ナトリウム348 mg（8.7 mmol）を加えて室温で30分撹拌した。ジエチレングリコールビス（p-トルエンスルホネート）3.5 g（8.5 mmol）を氷冷下に加えて反応を開始した。室温で1時間撹拌した後、飽和塩化アンモニウム水溶液15 mLを加えて反応を停止した。水60 mLを追加して1 M塩酸を3 mL加えpHを7にした後、酢酸エチル100 mLで3回抽出した。飽和塩化ナトリウム水溶液3 mLで2回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して白色固体と淡黄色油状物質の混合物3262.5 mgを得た。これをヘキサン-酢酸エチル（75：25）を溶離液としたシリカゲルカラムクロマト

グラフィー（150g，3.0cm内径×35cm長さ）に供し、標記化合物を無色透明油状物質として753.0mg（2.523mmol；収率60%）得た。

[0045] 製造例6：4-メチルベンゼンスルホン酸（E）-2-（2-（3-（3-（3-ヒドロキシ-4，4-ジメチル-2-（1H-1，2，4-トリアゾール-1-イル）ペンター1-エン-1-イル）フェニル）プロパー2-イン-1-イロキシ）エトキシ）エチルの合成

[化11]



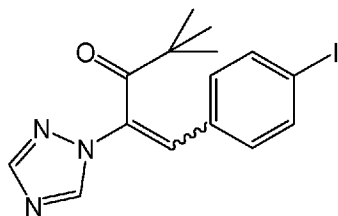
（E）-1-（3-ヨードフェニル）-4，4-ジメチル-2-（1H-1，2，4-トリアゾール-1-イル）ペンター1-エン-3-オール417.9mg（1.091mmol）をアルゴン気流下で脱水テトラヒドロフラン6mLに溶解し、トリエチルアミン0.76mL（5.45mmol）、ヨウ化銅（I）19.0mg（0.0997mmol）、トランス-ジクロロビス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（II）20.0mg（0.0285mmol）を順に加えた。室温で30分撹拌した後、4-メチルベンゼンスルホン酸2-（2-（プロパー2-イン-1-イロキシ）エトキシ）エチル349.0mg（1.170mmol）を脱水テトラヒドロフラン溶液として3mL×2回で洗い込みながら添加して反応を開始した。室温で1.5時間撹拌した後にシリカゲル（8g）のショートカラムに通して反応を停止し、酢酸エチル100mLで溶出した。飽和塩化ナトリウム水溶液2mL、水2mL×2回、飽和塩化ナトリウム水溶液2mLで洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後に減圧濃縮して褐色油状物質756.9mgを得た。

。これをヘキサン-酢酸エチル（４：６）を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー（６５ｇ，２．４ｃｍ内径×２７ｃｍ長さ）に供し、標記化合物を淡黄色油状物質として４２６．９ｍｇ（０．７７１０ｍｍｏｌ；収率７１％）得た。

$^1\text{H-NMR}$ （２７０ＭＨｚ， CDCl_3 ，ＴＭＳ）： δ （ｐｐｍ）０．５８（９Ｈ，ｓ，ｔ-Ｂｕ），２．３７（３Ｈ，ｓ， $\text{H}-14'''$ ），３．５７－３．６７（６Ｈ，ｍ， $\text{H}-4'''$ ， $5'''$ and $6'''$ ），４．１０－４．１３（２Ｈ，ｍ， $\text{H}-7'''$ ），４．３４（２Ｈ，ｓ， $\text{H}-3'''$ ），４．４７（１Ｈ，ｂｒｓ， $\text{H}-3$ ），６．８５（１Ｈ，ｓ， $\text{H}-1$ ），７．１９－７．３８（６Ｈ，ｍ， $\text{H}-5''$ ， $6''$ ， $9'''$ ， $10'''$ ， $12'''$ ， $13'''$ ），７．７２－７．７５（２Ｈ，ｍ， $\text{H}-2''$ and $4''$ ），７．９８（１Ｈ，ｓ， $\text{H}-3'$ ），８．４４（１Ｈ，ｂｒｓ， $\text{H}-5'$ ）

高分解能ＭＳ： $\text{C}_{29}\text{H}_{35}\text{N}_3\text{Na}_1\text{O}_6\text{S}_1$ に対する計算値５７６．２１４４３；実測値５７６．２１４７８

[0046] 製造例７：１－（４－ヨードフェニル）－４，４－ジメチル－２－（１Ｈ－１，２，４－トリアゾール－１－イル）ペント－１－エン－３－オンの合成
[化12]

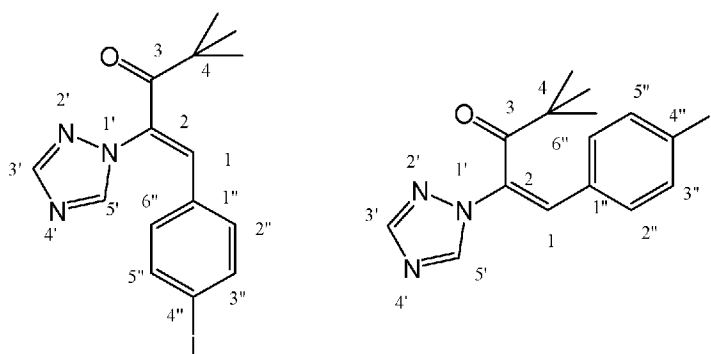


３，３－ジメチル－１－（１Ｈ－１，２，４－トリアゾール－１－イル）ブタン－２－オン１０４．６ｍｇ（０．６２５ｍｍｏｌ）を無水酢酸１ｍＬに溶解し、炭酸カリウム８７．４ｍｇ（０．６３２ｍｍｏｌ）、４－ヨードベンズアルデヒド１４６．０ｍｇ（０．６２９ｍｍｏｌ）を加えて１００℃に昇温して反応を開始した。反応５時間後、水３ｍＬを加えて反応を停止し、更に水３ｍＬを追加して酢酸エチル１６ｍＬで３回抽出した。飽和塩化ナト

リウム水溶液 1 mL で 2 回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して淡橙色油状物質と白色固体の混合物 255.6 mg を得た。これをヘキサン-酢酸エチル (8 : 2) を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー (19 g, 1.4 cm 内径 × 20 cm 長さ) に供し、標記化合物を白色固体として 101.5 mg (0.2663 mmol ; 収率 43%) 得た。

[0047] 製造例 8 : (E) - 1 - (4 - ヨードフェニル) - 4, 4 - ジメチル - 2 - (1H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 1 - イル) ペント - 1 - エン - 3 - オンの合成

[化13]



製造例 7 で得られた 1 - (4 - ヨードフェニル) - 4, 4 - ジメチル - 2 - (1H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 1 - イル) ペント - 1 - エン - 3 - オンの E Z 体の混合物 84.0 mg (0.211 mmol) をメタノールに溶解し、氷冷しながら UV ランプ を照射した。1.5 時間後、照射を止めて減圧濃縮し、主に (E) - 1 - (4 - ヨードフェニル) - 4, 4 - ジメチル - 2 - (1H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 1 - イル) ペント - 1 - エン - 3 - オンと、わずかに (Z) - 1 - (4 - ヨードフェニル) - 4, 4 - ジメチル - 2 - (1H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 1 - イル) ペント - 1 - エン - 3 - オンを含んだ白色固体と無色透明油状物質の混合物を 80.4 mg (0.2109 mmol) 得た。

Z 体

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CD_3OD) : δ (ppm) 0.99 (9H, s, t-Bu), 7.13 (1H, m, H-2' ' or 6' '), 7.16

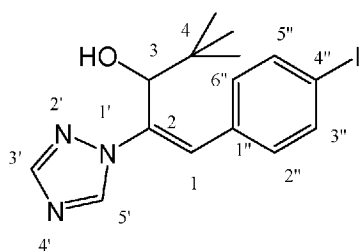
(1H, m, H-2' ' or 6' '), 7. 24 (1H, brs, H-1) , 7. 73 (1H, m, H-3' ' or 5' '), 7. 77 (1H, m, H-3' ' or 5' '), 8. 12 (1H, s, H-3'), 8. 92 (1H, s, H-5')

E体

$^1\text{H-NMR}$ (270MHz, CD_3OD) : δ (ppm) 1. 26 (9H, s, t-Bu), 6. 62 (1H, m, H-2' ' or 6' '), 6. 66 (1H, m, H-2' ' or 6' '), 7. 64 (1H, m, H-3' ' or 5' '), 7. 68 (1H, m, H-3' ' or 5' '), 7. 73 (1H, brs, H-1), 8. 23 (1H, s, H-3'), 8. 45 (1H, s, H-5')

[0048] 製造例9 : (E) - 1 - (4 - ヨードフェニル) - 4, 4 - ジメチル - 2 - (1H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 1 - イル) ペント - 1 - エン - 3 - オールの合成

[化14]



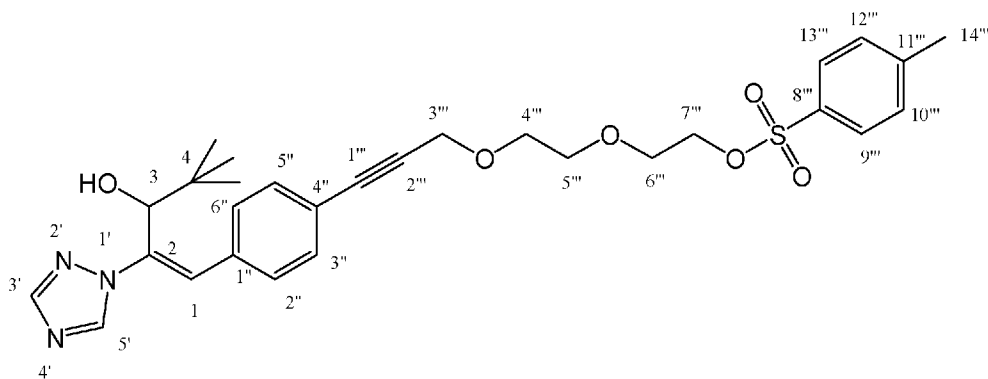
(E) - 1 - (4 - ヨードフェニル) - 4, 4 - ジメチル - 2 - (1H - 1, 2, 4 - トリアゾール - 1 - イル) ペント - 1 - エン - 3 - オンを主成分とする混合物をメタノール2 mLに溶解し、水素化ホウ素ナトリウム10. 4 mg (0. 274 mmol)を加えて反応を開始した。室温で1. 5時間攪拌し、水素化ホウ素ナトリウム5. 1 mg (0. 14 mmol)を追加し、その1時間後に更に水素化ホウ素ナトリウム6. 3 mg (0. 17 mmol)を追加した。反応開始から3時間後に水3 mLを加えて反応を停止し、酢酸エチル18 mLで3回抽出した。この際、分離が悪かったために1 M塩酸を0. 3 mL加えた。飽和塩化ナトリウム水溶液1 mLで2回洗浄し、硫

酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して無色透明油状物質 89.2 mg を得た。これをヘキサン-酢酸エチル (7 : 3) を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー (11 g, 1.2 cm 内径 × 16 cm 長さ) に供し、標記化合物を白色固体として 61.4 mg (収率 73%) 得た。

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CD_3OD) : δ (ppm) 0.56 (9H, s, t-Bu), 4.54 (1H, s, H-3) 6.95 (1H, s, H-1), 7.09 (1H, m, H-2' or 6'), 7.12 (1H, m, H-2' or 6'), 7.68 (1H, m, H-3' or 5'), 7.70 (1H, m, H-3' or 5'), 7.99 (1H, s, H-3'), 8.82 (1H, s, H-5')

[0049] 製造例 10 : 4-メチルベンゼンスルホン酸 (E)-2-(2-(3-(4-(3-ヒドロキシ-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペンター-1-エン-1-イル)フェニル)プロパー-2-イン-1-イルオキシ)エトキシ)エチルの合成

[化15]



(E)-1-(4-ヨードフェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペンター-1-エン-3-オール 31.2 mg (81.8 μmol) をアルゴン気流下で脱水テトラヒドロフラン 0.5 mL に溶解し、トリエチルアミン 22 μL (158 μmol)、ヨウ化銅 (I) 2.4 mg (13 μmol)、トランス-ジクロロビス(トリフェニルホスフィン)パラジウム (II) 1.6 mg (2.3 μmol) を順に加えた。室温で 30 分攪拌した後、4-メチルベンゼンスルホン酸 2-

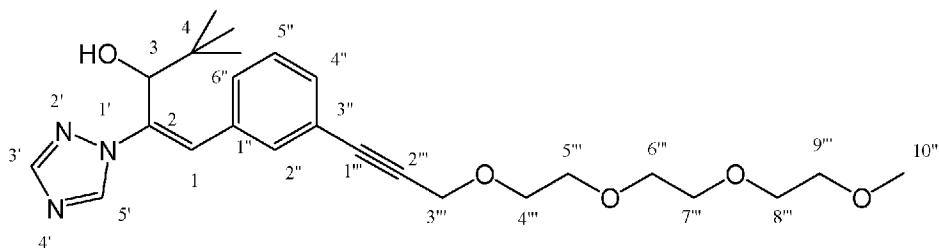
2-（プロパー2-イン-1-イロキシ）エトキシ）エチル 38.1 mg（127 μ mol）を脱水テトラヒドロフラン溶液として0.1 mL $\times$ 2回で洗い込みながら添加して反応を開始した。室温で1.5時間攪拌した後、シリカゲル（0.5 g）のショートカラムに通して反応を停止し、酢酸エチル 25 mLで溶出した。水 2 mL、飽和塩化ナトリウム水溶液 1 mLで洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後に減圧濃縮して橙色油状物質 69.7 mgを得た。これをヘキサナー酢酸エチル（3：7）を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー（10 g，1.2 cm内径 $\times$ 18 cm長さ）に供し、標記化合物を淡黄色油状物質として37.8 mg（68.3 mmol；収率84%）得た。

$^1\text{H-NMR}$ （270 MHz， CDCl_3 ，TMS）： δ （ppm）0.66（9H，s，t-Bu），2.44（3H，s，H-14'），3.64-3.74（6H，m，H-4'，5' and 6'），4.19（2H，t， $J=4.6$ Hz，H-7'），4.41（2H，s，H-3'），4.58（1H，brs，H-3），6.93（1H，s，H-1），7.34（4H，m，H-2'，6'，10' and 12'），7.49（2H，m，H-3' and 5'），7.81（2H，m，H-9' and 13'），8.06（1H，brs，H-3'），8.49（1H，brs，H-5'）

高分解能MS： $\text{C}_{29}\text{H}_{35}\text{N}_3\text{Na}_1\text{O}_6\text{S}_1$ に対する計算値576.21443；実測値576.21416

[0050] 実施例1：（E）-1-（3-（2，5，8，11-テトラオキサテトラデス-13-イン-14-イル）フェニル）-4，4-ジメチル-2-（1H-1，2，4-トリアゾール-1-イル）ペント-1-エン-3-オール
の合成

[化16]



2-メトキシエタノール 3 mL にアルゴン気流下で 60%水素化ナトリウムを 323.5 mg (8.088 mmol) 加えて室温で 15 分間攪拌した。4-メチルベンゼンスルホン酸 (E)-2-(2-(3-(3-(3-ヒドロキシ-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペンター-1-エン-1-イル)フェニル)プロパー-2-イン-1-イロキシ)エトキシ)エチル 395.7 mg (0.7146 mmol) を 2-メトキシエタノール 3 mL × 3 回で洗い込みながら加え、反応を開始した。室温で 30 分攪拌した後に 80℃ に昇温して 1 時間攪拌し、飽和塩化アンモニウム水溶液 20 mL を氷冷下で加えて反応を停止した。水 20 mL を追加して酢酸エチル 60 mL で 3 回抽出した。飽和塩化ナトリウム水溶液 3 mL で 2 回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して褐色油状物質と無色透明油状物質の混合物 432.9 mg を得た。これをヘキサン-酢酸エチル (9:1-0:10 のステップグラジエント) を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー (43 g, 2.4 cm 内径 × 18.5 cm 長さ) に供して不純物を取り除いた後、酢酸エチル-メタノール (99:1) の溶離液で溶出することで標記化合物及び不純物の混合物を 271.6 mg 得た。これを、70%メタノール/水を溶離液とした HPLC (カラム、YMC-Pack HydroSphere C18 (20 mm 内径 × 150 mm 長さ); 流速 8 mL/min; 検出 UV 254 nm) で分離し、標記化合物を無色透明油状物質として 248.4 mg (0.5428 mmol; 収率 76%) 得た。(総収率 22%)

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 , TMS): δ (ppm) 0.66 (9H, s, t-Bu), 3.38 (3H, s, H-10'''), 3.4

9-3.80 (12H, m, H-4''', 5''', 6''', 7''', 8''', and 9'''), 4.26 (1H, d, J=8.9 Hz, OH), 4.44 (2H, s, H-3'''), 4.54 (1H, d, J=8.9 Hz, H-3), 6.92 (1H, s, H-1), 7.31-7.45 (4H, m, H-2'', 3'', 4'' and 6''), 8.05 (1H, s, H-3'), 8.50 (1H, s, H-5')

UV λ_{max} (MeOH) nm (ϵ): 241 (33000)

高分解能MS: $C_{25}H_{35}N_3Na_1O_5$ に対する計算値 480.24744; 実測値 480.24698

[0051] 標記化合物をキラルHPLC (カラム、CHIRAL CEL OD-H (10mm内径×250mm長さ); 18%2-プロパノール/ヘキサン; 流速4.5mL/min; 検出UV254nm) により光学分割した。先に溶出した化合物は(−)体、後に溶出した化合物は(+)体であった。

(−)体

ee>99.96 (%)

$[\alpha]^{29}_D -2.8$ (MeOH; c0.52)

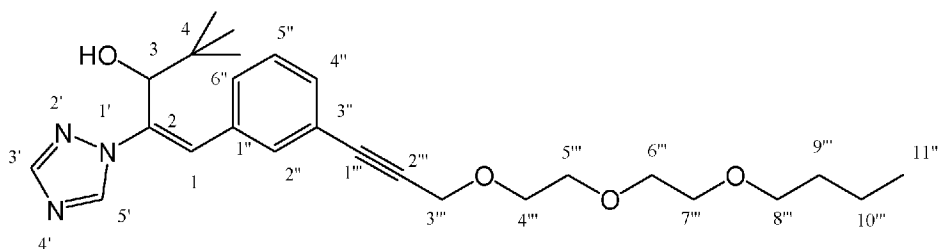
(+)体

ee=99.96 (%)

$[\alpha]^{30}_D +3.6$ (MeOH; c0.54)

[0052] 実施例2: (E)-1-(3-(3-(2-(2-ブトキシエトキシ)エトキシ)プロパー1-イン-1-イル)フェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オール

[化17]



2-メトキシエタノールに代えて1-ブタノールを用いて、実施例1に記載の方法と同様の方法で反応を行い、標記化合物を得た（総収率26%）。

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 , TMS) : δ (ppm) 0.66 (9H, s, t-Bu), 0.91 (3H, t, $J=7.3\text{ Hz}$, H-11'''), 1.22–1.43 (2H, m, H-10'''), 1.52–1.62 (2H, m, H-9'''), 3.47 (2H, t, $J=6.6\text{ Hz}$, H-8'''), 3.59–3.81 (8H, m, H-4''', 5''', 6''', and 7'''), 4.27 (1H, d, $J=8.6\text{ Hz}$, OH), 4.45 (2H, s, H-3'''), 4.55 (1H, d, $J=8.6\text{ Hz}$, H-3), 6.92 (1H, s, H-1), 7.31–7.45 (4H, m, H-2'', 3'', 4'' and 6''), 8.05 (1H, s, H-3'), 8.50 (1H, s, H-5')

UV λ_{max} (MeOH) nm (ϵ) : 241 (35000)

高分解能MS : $\text{C}_{26}\text{H}_{37}\text{N}_3\text{Na}_1\text{O}_4$ に対する計算値 478.26818 ; 実測値 478.26751

[0053] 標記化合物をキラルHPLC（カラム、CHIRAL CEL OD-H（10mm内径×250mm長さ）；10%2-プロパノール／ヘキサン；流速4.5 mL/min；検出、UV254 nm）により光学分割した。先に溶出した化合物は（-）体、後に溶出した化合物は（+）体であった。

（-）体

ee > 99.96 (%)

$[\alpha]_{\text{D}}^{32} -4.4$ (MeOH ; c 0.5)

（+）体

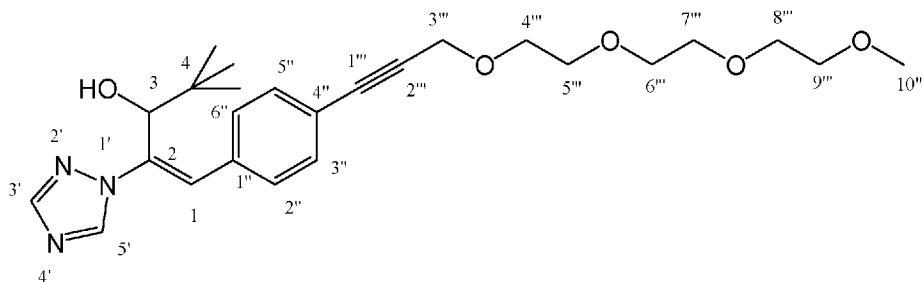
ee = 99.96 (%)

$[\alpha]_{\text{D}}^{32} +3.8$ (MeOH ; c 0.5)

[0054] 実施例3 : (E)-1-(4-(2,5,8,11-テトラオキサテトラデス-13-イン-14-イル)フェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オール

合成

[化18]



アルゴン気流下で、2-メトキシエタノール2 mLに60%水素化ナトリウムを75.6 mg (1.89 mmol) 加え、室温で20分撹拌した。4-メチルベンゼンスルホン酸 (E)-2-(2-(3-(4-(3-ヒドロキシ-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペンター1-エン-1-イル)フェニル)プロパー2-イン-1-イロキシ)エトキシ)エチル87.2 mg (0.158 mmol) を2-メトキシエタノール1 mL×3回で洗い込みながら添加し、60℃に昇温して反応を開始した。7.5時間撹拌した後、飽和塩化アンモニウム水溶液を10 mL加えて反応を停止した。水10 mLを追加して酢酸エチル30 mLで3回抽出した。飽和塩化ナトリウム水溶液2 mLで2回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して黄色油状物質97.7 mgを得た。これをジクロロメタン-メタノール(19:1)を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー(10 g, 1.4 cm内径×17 cm長さ)に供して標記化合物を淡黄色油状物質として61.0 mg (0.134 mmol; 収率85%) 得た。(総収率16%) これを65%メタノール/水を溶離液としたHPLC(カラム、YMC-Pack HydroSphere C18 (20 mm内径×150 mm長さ); 流速8 mL/min; 検出UV254 nm)で精製し、無色透明油状物質を得た。

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 , TMS): δ (ppm) 0.66 (9H, s, t-Bu), 3.38 (3H, s, H-10'''), 3.54-3.80 (12H, m, H-4''', 5''', 6''', 7''')

, 8' ' ' and 9' ' '), 4. 27 (1H, d, J=8. 9 Hz, OH), 4. 45 (2H, s, H-3' ' '), 4. 57 (1H, d, J=8. 9 Hz, H-3), 6. 93 (1H, s, H-1), 7. 32-7. 35 (2H, m, H-2' ' and 6' '), 7. 47-7. 50 (2H, m, H-3' ' and 5' '), 8. 05 (1H, s, H-3'), 8. 48 (1H, s, H-5')

UV $\lambda_{\max}$ (MeOH) nm (ϵ) : 270 (24000)

高分解能MS : $C_{25}H_{35}N_3Na_1O_5$ に対する計算値 480. 24744 ;
実測値 480. 24734

[0055] 標記化合物をキラルHPLC (カラム、CHIRAL CEL OD-H (10mm内径×250mm長さ) ; 15%2-プロパノール/ヘキサン ; 流速4. 5mL/min ; 検出、UV254nm) により光学分割し、(-)体と(+)体を得た。先に溶出した化合物は(-)体、後に溶出した化合物は(+)体であった。

(-)体

ee > 99. 84 (%)

$[\alpha]^{32}_D - 35$ (MeOH ; c 0. 81)

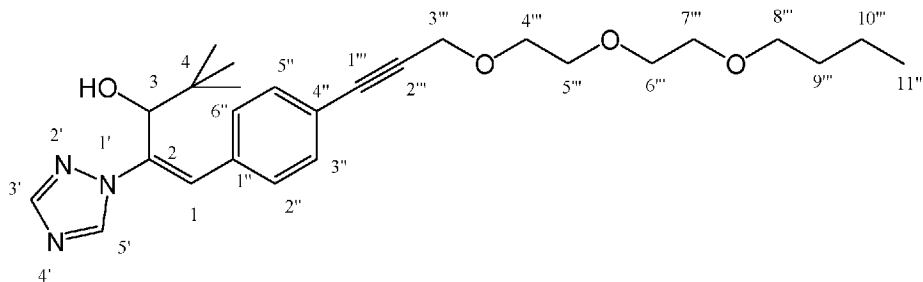
(+)体

ee = 99. 84 (%)

$[\alpha]^{32}_D + 36$ (MeOH ; c 0. 82)

[0056] 実施例4 : (E)-1-(3-(3-(2-(2-ブトキシエトキシ)エトキシ)プロパー1-イン-1-イル)フェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペント-1-エン-3-オールの合成

[化19]



2-メトキシエタノールに代えて1-ブタノールを用いて、実施例3に記載の方法と同様の方法で反応を行い、標記化合物を得た（総収率15%）。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, CD_3OD) : δ (ppm) 0.22 (9H, s, t-Bu), 0.48 (3H, t, $J=7.6\text{ Hz}$, H-11'''), 0.90-0.98 (2H, m, H-10'''), 1.08-1.14 (2H, m, H-9'''), 3.04 (2H, t, $J=6.7\text{ Hz}$, H-8'''), 3.14-3.16 (2H, m, H-7'''), 3.20-3.22 (2H, m, H-6'''), 3.25-3.26 (2H, m, H-5'''), 3.31-3.33 (2H, m, H-4'''), 4.00 (2H, s, H-3'''), 4.24 (1H, s, H-3), 6.66 (1H, s, H-1), 6.97-6.98 (2H, m, H-2'' and 6''), 7.05-7.06 (2H, m, H-3'' and 5''), 7.65 (1H, s, H-3'), 8.48 (1H, s, H-5')

UV λ_{max} (MeOH) nm (ϵ) : 271 (24000)

高分解能MS : $\text{C}_{26}\text{H}_{37}\text{N}_3\text{Na}_1\text{O}_4$ に対する計算値478.26818 ; 実測値478.26763

[0057] 標記化合物をキラルHPLC (カラム、CHIRAL CEL OD-H (10mm内径×250mm長さ) ; 8%2-プロパノール／ヘキサン ; 流速4.5mL/min ; 検出、UV254nm) により光学分割し、(−)体と(+)体を得た。先に溶出した化合物は(−)体、後に溶出した化合物は(+)体であった。

(−)体

$[\alpha]_D^{25} > 99.9$ (%)

$[\alpha]_D^{27} - 36$ (MeOH; c 0.78)

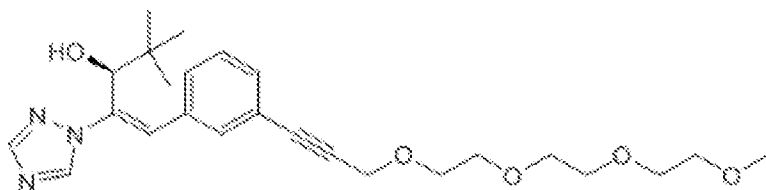
(+) 体

$[\alpha]_D^{25} > 99.9$ (%)

$[\alpha]_D^{28} + 32$ (MeOH; c 0.75)

[0058] 実施例5：(−) − (S) − (E) − 1 − (3 − (2, 5, 8, 11 − テトラオキサテトラデス − 13 − イン − 14 − イル) フェニル) − 4, 4 − ジメチル − 2 − (1H − 1, 2, 4 − トリアゾール − 1 − イル) ペント − 1 − エン − 3 − オールの合成

[化20]



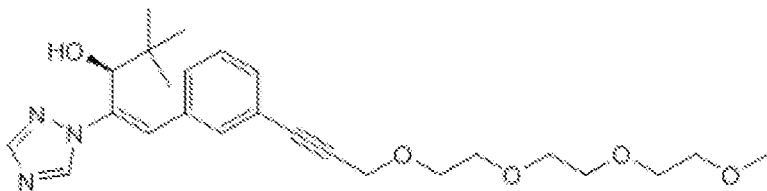
アルゴン気流下、(E) − 1 − (3 − (2, 5, 8, 11 − テトラオキサテトラデス − 13 − イン − 14 − イル) フェニル) − 4, 4 − ジメチル − 2 − (1H − 1, 2, 4 − トリアゾール − 1 − イル) ペント − 1 − エン − 3 − オール 57.0 mg (0.12 mmol) をトルエン 5 mL に溶解し、N − (パラートルエンシルホニル) − L − フェニルアラニルクロリド 420.8 mg (1.25 mmol) を加えて 130℃ で 3 時間攪拌した。室温に戻した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液 12 mL を加え、酢酸エチル 15 mL で 3 回抽出した。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で 3 回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して、粘性のある黄色油状物質 117 mg を得た。これをヘキサン − 酢酸エチル (0 − 100%, ステップグラジエント) を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー (14 g, 15 mm 内径 × 140 mm 長さ) に供し、標記化合物を 12.8 mg (28 nmol, 収率 22%, $e. e$ 98.4%) 得た。

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 , TMS) : δ (ppm) 0.52

(9 H, s), 2.23 (3 H, s), 2.89 (1 H, dd), 3.10 (1 H, dd, $J = 13.8$ and 6.9 Hz), 3.34 (3 H, s), 3.49–3.84 (12 H, m), 4.36 (1 H, dd, $J = 7.9$ and 7.3 Hz), 4.46 (2 H, s), 5.82 (1 H, s), 7.08–7.63 (14 H, m), 8.14 (1 H, s), 8.80 (1 H, s)

[0059] 実施例6：(–) – (S) – (E) – 1 – (3 – (2, 5, 8, 11 – テトラオキサテトラデス – 13 – イン – 14 – イル) フェニル) – 4, 4 – ジメチル – 2 – (1 H – 1, 2, 4 – トリアゾール – 1 – イル) ペント – 1 – エン – 3 – オールの合成

[化21]



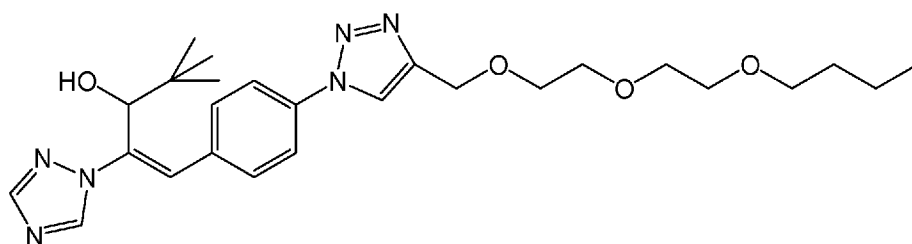
アルゴン気流下、(E) – 1 – (3 – (2, 5, 8, 11 – テトラオキサテトラデス – 13 – イン – 14 – イル) フェニル) – 4, 4 – ジメチル – 2 – (1 H – 1, 2, 4 – トリアゾール – 1 – イル) ペント – 1 – エン – 3 – オール 50.3 mg (0.11 mmol) をトルエン 5 mL に溶解し、N – (パラトルエンスルホニル) – L – フェニルアラニルクロリド 743.8 mg (2.20 mmol) を加えて 130℃ で 3 時間攪拌した。室温に戻した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液 10 mL を加え、酢酸エチル 15 mL で 3 回抽出した。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で 3 回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して、粘性のある黄色油状物質 251 mg を得た。これをヘキサン – 酢酸エチル (0 – 100%, ステップグラジエント) を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー (11 g, 14 mm 内径 × 150 mm 長さ) に供し、さらに ODS HPLC (YMC – Pack ODS – AQ (20 mm 内径 × 150 mm 長さ), 80% MeOH,

8. 0 mL/min, 254 nm) に供して、標記化合物のエステル体を 32.2 mg (0.027 mmol) 得た。このうち 20.2 mg をテトラヒドロフラン 1.5 mL に溶解し、5 M 水酸化ナトリウム水溶液 1.5 mL を加えて 60℃ で 6 時間攪拌した。室温に戻し、酢酸エチル 12 mL で 3 回抽出した。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で 3 回洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮して、無色透明油状物質 14 mg を得た。これをヘキサン-酢酸エチル (0-100%, ステップグラジエント) を溶離液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィー (10 g, 15 mm 内径 × 135 mm 長さ) に供し、標記化合物を 11.5 mg (0.025 mmol, 収率 36%) 得た。

^1H NMR (270 MHz, CDCl_3 , TMS) : δ (ppm) 0.52 (9H, s), 2.23 (3H, s), 2.89 (1H, dd), 3.10 (1H, dd, $J=13.8$ and 6.9 Hz), 3.34 (3H, s), 3.49–3.84 (12H, m), 4.36 (1H, dd, $J=7.9$ and 7.3 Hz), 4.46 (2H, s), 5.82 (1H, s), 7.08–7.63 (14H, m), 8.14 (1H, s), 8.80 (1H, s)

[0060] 比較例 1 : 1-(4-(4-((2-(2-ブトキシエトキシ)エトキシ)メチル)-1H-1,2,3-トリアゾール-1-イル)フェニル)-4,4-ジメチル-2-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ペンター-1-エン-3-オール

[化22]



非特許文献 1 に記載の方法に従い、標記化合物を合成し、光学分割により (+) 体及び (-) 体を得た。

[0061] 試験例 1 : シロイヌナズナ種子発芽阻害試験 (1)

シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*, Col-0) 種子を 70%エタノール水溶液 500 μ L に 30 分、続いて 100%エタノール 500 μ L に 1 分浸漬し、蒸留水 1 mL で 3 回洗浄した後に、種子を蒸留水に浸漬させ、暗所下、4 $^{\circ}$ C で 3 日間春化处理した。試料のメタノール溶液及び ABA のメタノール溶液を 1.5 mL 容マイクロチューブに入れ、減圧下にてメタノールを除去し、70 $^{\circ}$ C の 0.5%寒天水溶液 (含 1/2 MS 培地無機塩類) を加えて攪拌した。それを 96 穴プレートに入れ、サンプルを含む培地とした。ここに春化处理したシロイヌナズナ種子を 20-30 粒ずつ播種し、連続光下、22 $^{\circ}$ C で培養してその発芽数を経時的に観察した。下記式 (1) にしたがって発芽率を計算した。なお、メタノールを用いて同様に培地を調製したものを無処理区とし、播種 72 時間後に発芽率 100%を示した。播種 72 時間後の発芽率を図 1 に示し、120 時間後のシロイヌナズナの初期生育の様子を図 2 に示す。実施例 1~4 の化合物の投与により種子の発芽が阻害されることが明らかとなった。

$$\text{発芽率 (\%)} = \text{発芽数 (個)} / \text{播種数 (個)} \times 100 \dots (1)$$

[0062] 試験例 2 : シロイヌナズナ種子発芽阻害試験 (2)

試料に、実施例 1 の (一) 体、実施例 2 の (一) 体及び比較例 1 の (一) 体を用いて、試験例 1 と同様の試験を行った。播種 120 時間後の発芽の様子を図 3 に示す。比較例 1 の (一) 体と比較して、実施例 1 の (一) 体及び実施例 2 の (一) はより低濃度でも種子の発芽を阻害できることが明らかとなった。

[0063] 試験例 3 : イネ第二葉鞘伸長阻害試験

イネ (*Oryza sativa* L. cv. Nihonbare) 種子をエタノールに 5 分間浸漬した後、水で 10 回洗浄し、水に浸漬して連続光下、30 $^{\circ}$ C で 3 日間培養し発芽させた。試料のメタノール溶液を培養管に入れ、メタノールを減圧下で除去した後、脱イオン水 2 mL を加えた。これに発芽種子を 7 粒ずつ入れ、蓋をして連続光下、30 $^{\circ}$ C で 7 日間培養後に

第二葉鞘長を測定し、下記式（２）にしたがって阻害率を算出した。なお、脱イオン水のみで培養したものをコントロールとした。結果を図４に示す。実施例１～４の化合物の高濃度投与によってのみ葉鞘の伸長が阻害されることが明らかとなった。

$$\text{伸長阻害率（％）} = \{1 - (\text{各検体の第二葉鞘長} / \text{コントロールの第二葉鞘長})\} \times 100 \cdots (2)$$

[0064] 試験例４：アブシジン酸８’位水酸化酵素CYP707A3阻害試験

１．５ｍＬマイクロチューブに、基質である２５０μＭABAのカリウム・リン酸緩衝液（KPB）溶液を１０μＬ、試料のジメチルホルムアミド溶液を５μＬ、KPB４３５μＬ、アブシジン酸８’位水酸化酵素CYP707A3+NADPH-P450還元酵素ATR1４０μＬを加え、３０℃で１０分間加温した。５ｍｇ／ｍＬのNADPHのKPB溶液を１０μＬ添加して酵素反応を開始した。３０℃、１０００rpmで１０分間反応し、１Ｍ水酸化ナトリウム水溶液を２５μＬ加えて反応を停止した。４℃で３０分静置した後、１Ｍ塩酸５０μＬを加えて酵素代謝物をファゼイン酸（PA）に変換した。OASISHLBカートリッジ（１cc，３０mg；メタノール（１％酢酸）１ｍＬで洗浄し、水（１％酢酸）１ｍＬで平衡化したものに酵素反応溶液を供し、１０％メタノール／水（１％酢酸）１ｍＬで洗浄した後、メタノール（１％酢酸）１ｍＬでファゼイン酸を溶出した。減圧濃縮し（トルエンを加えて酢酸を共沸）、メタノール５０μＬに溶解して２０μＬをHPLC（カラム、YMC-PackHydrosphereC18（６mm内径×１５０mm長さ）；流速１ｍＬ／min；検出、UV254nm）分析に供した。下記式（３）にしたがって試料によるCYP707A3阻害率を算出した。なお、コントロールには試料溶液の代わりにジメチルホルムアミドを用いた。各試料について２種類の濃度について試験を行い、その酵素阻害率から５０％阻害濃度（IC₅₀）を算出した。その結果を表１に示す。

$$\text{酵素阻害率（％）} = \{1 - (\text{各試料のPAピーク面積} / \text{コントロールのPA})\}$$

ピーク面積) } $\times 100 \dots (3)$

[0065] [表1]

試料		IC ₅₀ (nM)
実施例1	(+)体	1200
	(-)体	64
実施例2	(+)体	240
	(-)体	12
実施例3	(+)体	7700
	(-)体	1500
実施例4	(+)体	1000
	(-)体	200
比較例1	(+)体	1100
	(-)体	54

[0066] 試験例5：e n tーカウレンオキシダーゼCYP701A6阻害試験

1. 5 mLマイクロチューブに、基質である500 μ M e n tーカウレンの45%シクロデキストリン水溶液を8 μ L、試料のジメチルホルムアミド溶液を8 μ L入れた。そこへ、予め30℃で5分間加温しておいた2. 32 μ Mのe n tーカウレンオキシダーゼCYP701A6を10 μ Lと4. 6 unit/mLのNADPH-P450還元酵素ATR2を10 μ L添加した。予め30℃で10分間加温しておいた超純水304 μ L、500 mM KPB40 μ L、20 mM NADPH水溶液20 μ Lを添加して酵素反応を開始した。30℃、1000 rpmで30分間反応し、1 M塩酸を100 μ L加えて反応を停止した。内部標準として10 μ Mのアビエチン酸5 μ Lを添加して酢酸エチル400 μ Lで抽出し、硫酸ナトリウムで脱水した後、減圧濃縮した。メタノール50 μ Lと2 Mトリメチルシリルジアゾメタン5 μ Lを添加してカルボン酸をメチル化し、窒素乾固した。ヘキサン150 μ Lに溶解して1 μ LをGC-MS分析に供し、酵素代謝物であるe n tーカウレン酸を検出した。下記式(4)にしたがって試料によるCYP701A6阻害率を算出した。なお、e n tーカウレン酸のピーク面積はm/z 273のピーク面積から算出し、m/z 257, 213の面積比からe n tー

カウレン酸であることを確認した。アビエチン酸のピーク面積は m/z 256 の面積から算出し、 m/z 316 の面積比からアビエチン酸であることを確認した。コントロールには試料溶液の代わりにジメチルホルムアミドを用いた。各試料について2種類の濃度について試験を行い、その酵素阻害率から50%阻害濃度 (IC_{50}) を算出した。その結果を表2に示す。

酵素阻害率 (%) = $\{1 - (\text{各試料の } e n t - \text{カウレン酸ピーク面積} / \text{各試料のアビエチン酸ピーク面積}) / (\text{コントロールの } e n t - \text{カウレン酸ピーク面積} / \text{コントロールのアビエチン酸ピーク面積})\} \times 100 \dots (4)$

[0067] [表2]

試料		IC_{50} (nM)
実施例1	(+)体	1600
	(-)体	780
実施例2	(+)体	120
	(-)体	62
実施例3	(+)体	17000
	(-)体	8600
実施例4	(+)体	1500
	(-)体	770
比較例1	(+)体	1300
	(-)体	1200

[0068] 試験例6：シロイヌナズナ生育試験

Gelzan培地 (MS培地混合塩類と1%ショ糖を含む) で生育させた2週齢のシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*, Col-0) 5個体を、バーミキュライトとプロミックスを1:1で混合させた培養土を入れた200mL容のプラスチックポットに移植し、22℃、16時間明期－8時間暗期の条件で2週間生育させた。この段階で、植物体と培養土を含むポットの質量が約150gになるように水分量を調整した。27ポット (合計135個体のシロイヌナズナ実生) に、実施例1の(－)体の50 μ M水溶液 (0.05% Tween-20と0.2%のMeOHを含む) 50mLを、1日1回ずつ3日間、地上部に散布した。上記化合物を含

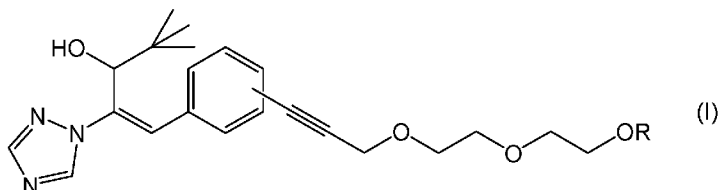
まない水溶液（0.05% Tween-20と0.2%のMeOHを含む）50 mLを、1日1回ずつ3日間、地上部に散布したポットをコントロールとして用いた。12日間の乾燥処理後に灌水し、3日後の生存個体数を測定し、下記式（5）にしたがって、生存率を算出した。コントロールのポットでは、乾燥処理後のシロイヌナズナの生存率が15%であったのに対し、実施例1の（-）体50 μ M水溶液を散布されたポットでは、乾燥処理後のシロイヌナズナの生存率は75%であった。シロイヌナズナに実施例1の（-）体の化合物を散布することにより、乾燥による枯死が緩和されることが明らかとなった。

生存率（%）＝生存個体数（個）／全個体数（個）×100…（5）

請求の範囲

[請求項1] 式 (I) で表される化合物又はその塩。

[化1]



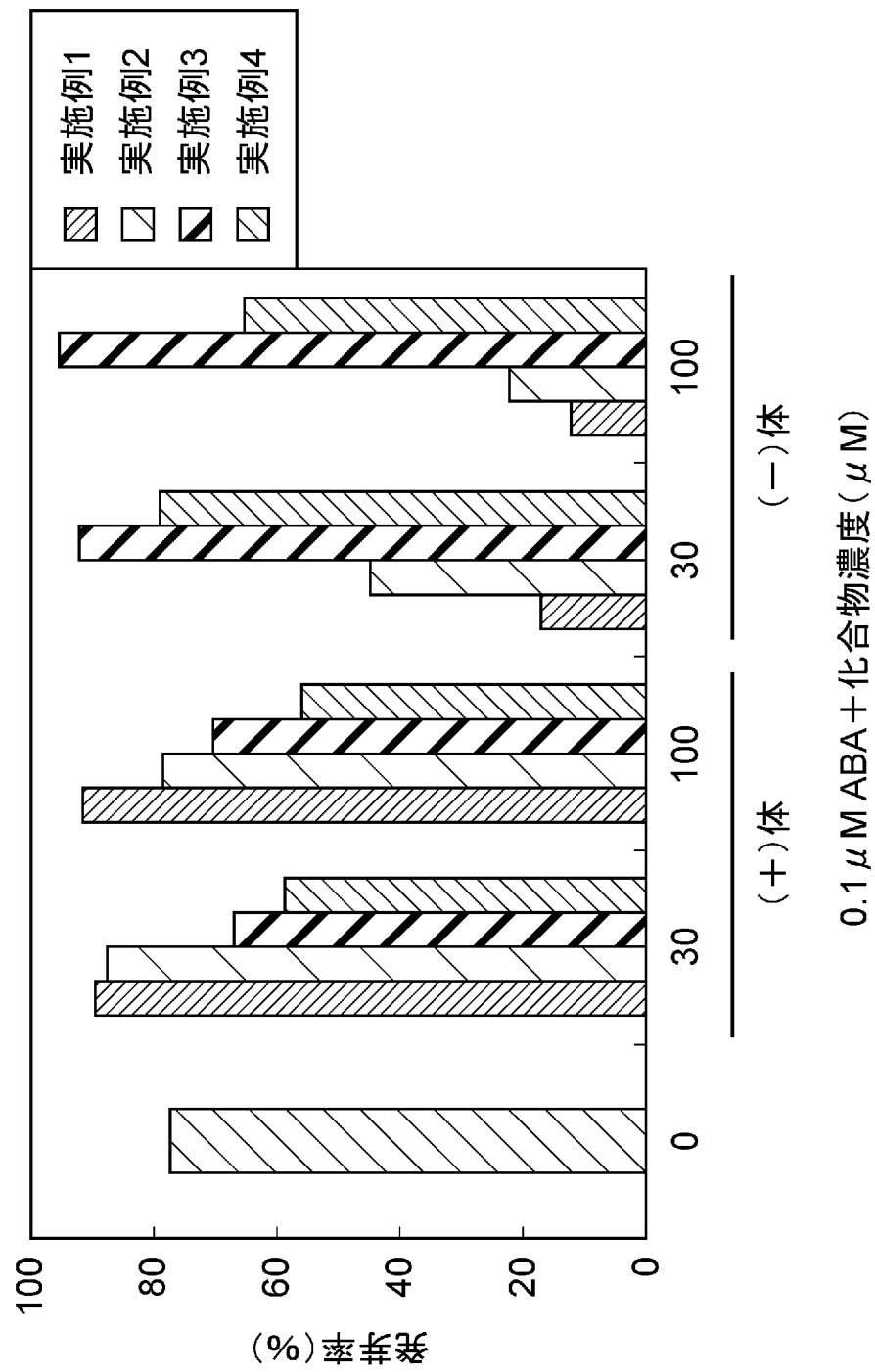
[RはC 1－6 アルキル基であり、C 1－6 アルキル基はハロゲン原子及びC 1－6 アルコキシ基からなる群から選択される置換基を有していてもよい。]

[請求項2] Rがn－ブチル基又は2－メトキシエチル基である、請求項1記載の化合物又はその塩。

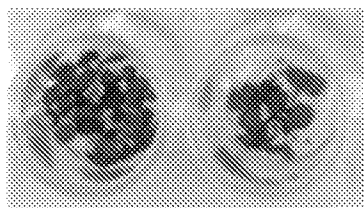
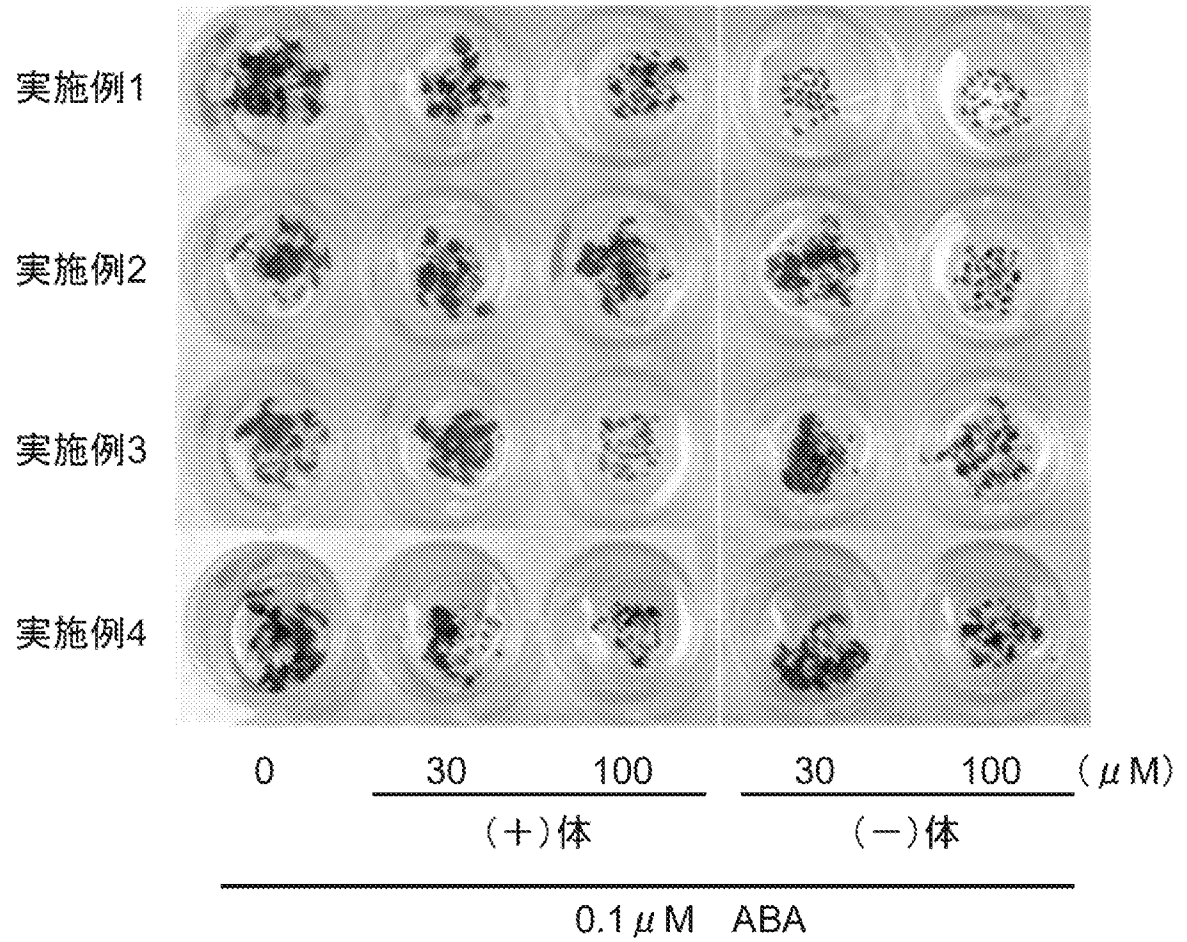
[請求項3] 請求項1又は2記載の化合物又はその塩を含む、アブシジン酸8'位水酸化酵素CYP707Aの阻害剤。

[請求項4] 請求項1又は2記載の化合物又はその塩を含む、植物成長調節剤。

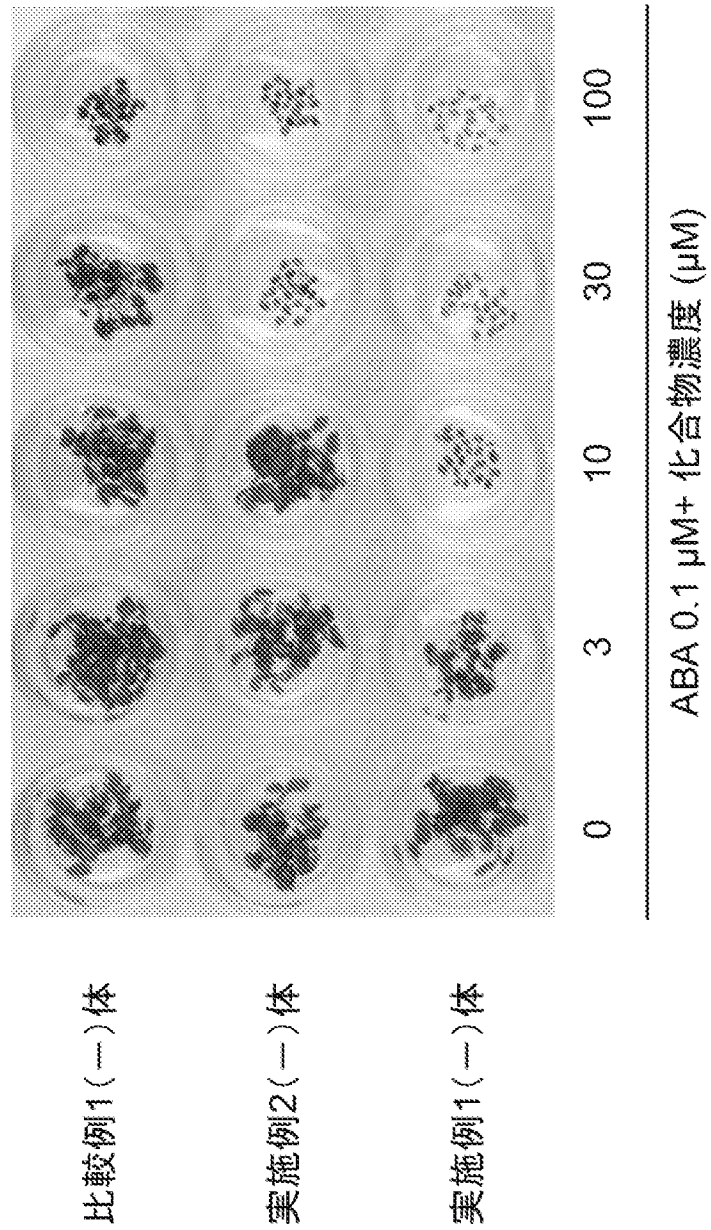
[図1]



[図2]

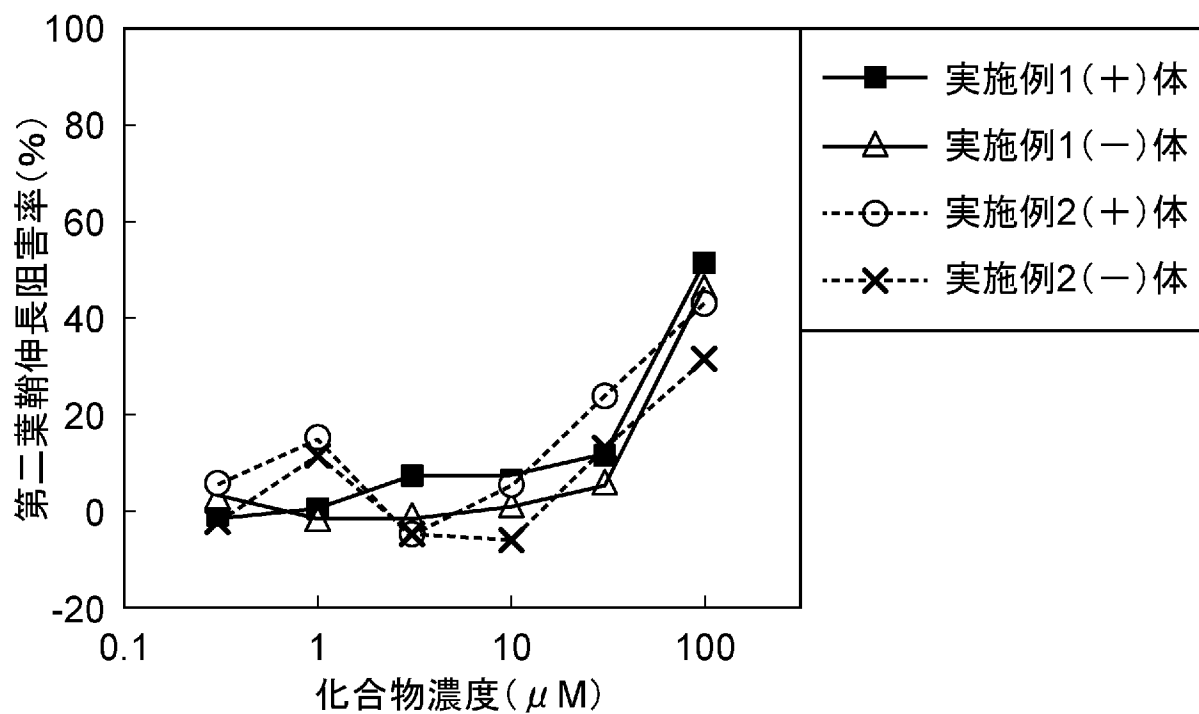


[図3]

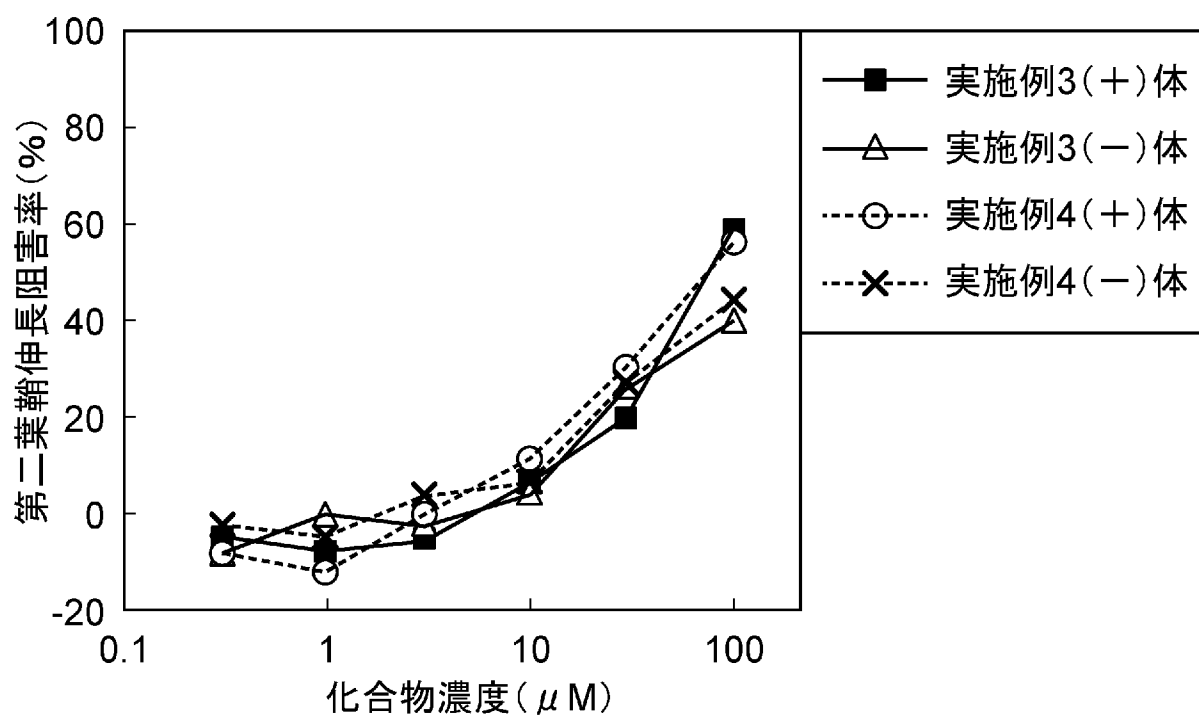


[図4]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07D249/08(2006.01)i, A01N43/653(2006.01)i, A01P21/00(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)

C07D249/08, A01N43/653, A01P21/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

CAplus/REGISTRY (STN), JSTplus/JMEDplus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-158294 A (National University Corporation Chiba University), 19 August 2013 (19.08.2013), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2013-231014 A (National University Corporation Chiba University), 14 November 2013 (14.11.2013), entire text (Family: none)	1-4
A	OKAZAKI, M. et al, Abscinasole-E2B, a practical and selective inhibitor of ABA 8'-hydroxylase CYP707A, BIOORGANIC & MEDICINAL CHEMISTRY, 2012, Vol.20, Iss.10, pp.3162-3172	1-4

☒ 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
09 December 2015 (09.12.15)

Date of mailing of the international search report
22 December 2015 (22.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076336

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/095994 A1 (BASF SE), 26 June 2014 (26.06.2014), entire text & WO 2014/095932 A1 & CA 2894264 A & UY 35237 A & UY 35238 A & TW 201429397 A & TW 201429398 A & CN 104936450 A & EP 2934147 A1 & EP 2934146 A1 & US 2015/0313225 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C07D249/08 (2006.01)i, A01N43/653 (2006.01)i, A01P21/00 (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（I P C））

Int.Cl. C07D249/08, A01N43/653, A01P21/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

CAplus/REGISTRY (STN)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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
A	JP 2013-158294 A（国立大学法人 千葉大学）2013.08.19, 全文 （ファミリーなし）	1-4
A	JP 2013-231014 A（国立大学法人 千葉大学）2013.11.14, 全文 （ファミリーなし）	1-4
A	OKAZAKI, M. et al, Abscinsazole-E2B, a practical and selective inhibitor of ABA 8'-hydroxylase CYP707A, BIOORGANIC & MEDICINAL CHEMISTRY, 2012, Vol.20, Iss.10, pp.3162-3172	1-4

☒ 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

0 9 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

東 裕子

4 P

9 7 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 9 2

C (続き) . 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
A	WO 2014/095994 A1 (BASF SE) 2014.06.26, 全文 & WO 2014/095932 A1 & CA 2894264 A & UY 35237 A & UY 35238 A & TW 201429397 A & TW 201429398 A & CN 104936450 A & EP 2934147 A1 & EP 2934146 A1 & US 2015/0313225 A1	1-4