

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6589978号  
(P6589978)

(45) 発行日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(24) 登録日 令和1年9月27日(2019.9.27)

(51) Int.Cl.			F I		
<b>AO1G</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	AO1G	7/00	603
<b>GO6T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO6T	1/00	285
<b>GO1J</b>	<b>5/48</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1J	5/48	A

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-506193 (P2017-506193)	(73) 特許権者	000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(86) (22) 出願日	平成28年3月2日(2016.3.2)	(74) 代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/056456	(74) 代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
(87) 国際公開番号	W02016/147870	(74) 代理人	100111453 弁理士 櫻井 智
(87) 国際公開日	平成28年9月22日(2016.9.22)	(72) 発明者	高山 淳 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
審査請求日	平成30年7月24日(2018.7.24)	審査官	竹中 靖典
(31) 優先権主張番号	特願2015-52253 (P2015-52253)		
(32) 優先日	平成27年3月16日(2015.3.16)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 植物健全性診断装置、該方法および該プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

診断対象の植物が育成されている領域における植物の熱分布に関する情報を取得する取得部と、

前記植物が育成されている領域の土壌に関する情報であって前記植物の健全性に影響する予め決められた因子の情報である所定の健全性影響因子情報を記憶する健全性影響因子情報記憶部と、

前記取得部で取得された前記熱分布に関する情報と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する植物健全性診断部とを備え、

前記植物健全性診断部は、前記領域における所定の領域に育成されている植物について、当該所定の領域における熱分布に関する情報と、当該所定の領域に対応付けられた健全性影響因子情報とに基づいて健全性を診断する、

植物健全性診断装置。

【請求項2】

前記健全性影響因子情報は、前記植物が育成されている土壌の耕作に関する作土および栽培環境情報、前記植物が育成している土壌の物性に関する土壌物性情報、ならびに、前記植物に対する施肥に関する施肥情報のうちの少なくとも1つを含む、

請求項1に記載の植物健全性診断装置。

【請求項3】

前記健全性影響因子情報は、前記植物に対する周囲環境の気象に関する気象情報、および、前記植物における育成の度合いを表す育成指標に関する育成指標情報のうちの少なくとも1つをさらに含む、

請求項2に記載の植物健全性診断装置。

【請求項4】

前記健全性影響因子情報記憶部に記憶されている健全性影響因子情報を更新するための新たな健全性影響因子情報を受け付ける受付部と、

前記受付部で受け付けた前記新たな健全性影響因子情報で前記健全性影響因子情報記憶部に記憶されている健全性影響因子情報を更新する記憶更新制御部とをさらに備える、

請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の植物健全性診断装置。

10

【請求項5】

前記取得部は、互いに異なる複数の時点それぞれでの複数の熱分布に関する情報を取得し、

前記植物健全性診断部は、前記複数の熱分布に関する情報それぞれについて、当該熱分布に関する情報と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断することによって、前記互いに異なる複数の時点それぞれでの複数の診断結果を複数の時系列診断結果として求める時系列診断部と、前記時系列診断部で診断された複数の時系列診断結果に基づいて前記植物の健全性を診断する最終診断部とを備える、

請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の植物健全性診断装置。

20

【請求項6】

前記熱分布に関する情報は、前記植物が育成されている領域を俯瞰した画像である、

請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の植物健全性診断装置。

【請求項7】

診断対象の植物が育成されている領域における複数の領域それぞれについて、前記植物健全性診断部は、前記取得部で取得された前記熱分布に関する情報を複数の領域に分割し、前記複数の領域それぞれについて、当該領域の熱分布に関する情報と当該領域に対応付けられた前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する、

請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の植物健全性診断装置。

30

【請求項8】

診断対象の植物が育成されている領域における植物の熱分布に関する情報を取得する取得工程と、

前記植物が育成されている領域の土壌に関する情報であって前記植物の健全性に影響する予め決められた因子の情報である所定の健全性影響因子情報を健全性影響因子情報記憶部に予め記憶する健全性影響因子情報記憶工程と、

前記取得工程で取得された前記熱分布に関する情報と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する植物健全性診断工程とを備え、

前記植物健全性診断工程は、前記領域における所定の領域に育成されている植物について、当該所定の領域における熱分布に関する情報と、当該所定の領域に対応付けられた健全性影響因子情報とに基づいて健全性を診断する、

40

植物健全性診断方法。

【請求項9】

コンピュータシステムを、

診断対象の植物が育成されている領域における植物の熱分布に関する情報を取得する取得部、

前記植物が育成されている領域の土壌に関する情報であって前記植物の健全性に影響する予め決められた因子の情報は、所定の健全性影響因子情報を記憶する健全性影響因子情報記憶部、および、

50

前記取得部で取得された前記熱分布に関する情報と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する植物健全性診断部として機能させるための植物健全性診断プログラムであって、

前記植物健全性診断部は、前記領域における所定の領域に育成されている植物について、当該所定の領域における熱分布に関する情報と、当該所定の領域に対応付けられた健全性影響因子情報とに基づいて健全性を診断する、

植物健全性診断プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、診断対象の植物における健全性を診断する植物健全性診断装置、植物健全性診断方法および植物健全性診断プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

農作物は、周囲環境に影響され、周囲環境の変動は、その農作物の収量および品質に影響する。特に、近年の地球温暖化の影響により、農作物に障害が発生し、その健全性を損なう頻度が上昇傾向にある。一方、農業経営の環境は、厳しく、生産コストの低減が求められている。このため、植物の健全性を適切に診断し、その診断結果に応じた対策を適切に実施することが望ましく、植物の健全性を適切に診断する技術が要望されている。

【0003】

このような植物を診断する技術は、例えば、特許文献1に開示されている。この特許文献1に開示された気球空撮マルチバンドセンシングにより植生を診断する方法は、可視光カメラ、近赤外カメラ、熱赤外カメラをリモコン式に撮影制御可能に気球に搭載することと、気球を飛行させて空中から診断すべき範囲の植生を前記可視光カメラ、近赤外カメラ、熱赤外カメラにより撮影することと、前記可視光カメラにより得られたR画像と近赤外カメラにより得られた画像とからNDVI画像を取得することと、該NDVI画像と前記熱赤外カメラにより得られた熱赤外画像とにより植生を診断することと、からなる。

【0004】

ところで、前記特許文献1では、NDVI画像と熱赤外画像（すなわち、熱分布画像）とから植生を診断しているが、植物の健全性（健康状態の良さの程度）を診断する場合、NDVI（正規化差植生指数）値は、一般に植物の生育量や活力を表す指標であるので、必ずしも適切ではない場合もあり、このため、植物の健全性の診断に当たって、前記特許文献1の技術には、改良の余地がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-143490号公報

【発明の概要】

【0006】

本発明は、上述の事情に鑑みて為された発明であり、その目的は、植物の健全性をより正確に診断できる物健全性診断装置、植物健全性診断方法および植物健全性診断プログラムを提供することである。

【0007】

本発明にかかる物健全性診断装置、植物健全性診断方法および植物健全性診断プログラムでは、診断対象の植物における表面の熱分布画像が取得され、記憶部に予め記憶されている、前記植物が育成している土壌に関する情報であって前記植物の健全性に影響する予め決められた因子の前記情報である所定の健全性影響因子情報と前記取得された前記熱分布画像とに基づいて前記植物の健全性が診断される。したがって、本発明にかかる植物健全性診断装置、植物健全性診断方法および植物健全性診断プログラムは、植物表面の熱分

10

20

30

40

50

布画像だけでなく、健全性影響因子情報も用いて植物の健全性を診断するので、より正確に植物の健全性を診断できる。

【0008】

上記並びにその他の本発明の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な記載と添付図面から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態における植物健全性診断装置の構成を示すブロック図である。

【図2】前記植物健全性診断装置における健全性影響因子情報記憶部に記憶されるパラメータテーブルの一例を示す図である。

10

【図3】水稻における作土層を説明するための図である。

【図4】前記植物健全性診断装置における健全性影響因子情報記憶部に記憶される点数化テーブルの一例を示す図である。

【図5】前記植物健全性診断装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】熱分布画像を取得する様子の一例を示す図である。

【図7】所定の領域に分割された圃場の熱分布画像の一例を示す図である。

【図8】圃場の熱分布画像から検出された高温領域（高温障害の候補領域）の一例を示す図である。

【図9】領域ごとに診断された各領域の診断結果の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0010】

以下、本発明にかかる実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、適宜、その説明を省略する。本明細書において、総称する場合には添え字を省略した参照符号で示し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。

【0011】

図1は、実施形態における植物健全性診断装置の構成を示すブロック図である。図2は、実施形態の植物健全性診断装置における健全性影響因子情報記憶部に記憶されるパラメータテーブルの一例を示す図である。図2Aは、第1パラメータテーブルを示し、図2Bは、第2パラメータテーブルを示す。図3は、水稻における作土層を説明するための図である。図4は、実施形態の植物健全性診断装置における健全性影響因子情報記憶部に記憶される点数化テーブルの一例を示す図である。

30

【0012】

本実施形態における植物健全性診断装置は、診断対象の植物における表面の熱分布画像を取得し、この取得した熱分布画像と所定の健全性影響因子情報とに基づいて前記植物の健全性を診断する装置である。植物の健全性とは、植物における健康状態の良さの程度を言う。このような植物健全性診断装置Dは、例えば、図1に示すように、熱分布画像取得部1と、植物健全性診断部22を含む制御処理部2と、健全性影響因子情報記憶部32を含む記憶部3とを備え、図1に示す例では、さらに、入力部4と、出力部5と、インターフェース部（IF部）6とを備える。

40

【0013】

熱分布画像取得部1は、診断対象の植物における表面の熱分布画像を取得する装置である。診断対象の植物は、任意である。例えば、前記診断対象の植物は、自然に自生する植物であって良く、この場合、植物が自生する原野や森林等の熱分布画像が取得される。また例えば、前記診断対象の植物は、農作物であり、この場合、前記農作物を植え付けている圃場（耕作地）の熱分布画像が取得される。本実施形態では、農作物における収量および品質の各向上を目的とする観点から、前記診断対象の植物は、この農作物である。前記農作物は、任意であり、本実施形態では、日本の代表的な農作物である水稻が前記農作物の一例として取り上げられている。熱分布画像（サーモグラム）は、物体の表面から放射される赤外線（熱赤外線）を、その放射量の変化を熱の変化（熱分布、温度の変化、温度

50

分布)として視覚化した図(画像)である。

【0014】

熱分布画像取得部1は、例えば、制御処理部2に接続され、制御処理部2の制御に従い、診断対象の植物から放射された赤外線撮像し、熱分布を図として表した熱分布画像(サーモグラム)を生成する熱分布画像測定装置(サーモグラフ)である。このような熱分布画像取得部1の一例としての熱分布画像測定装置は、例えば、診断対象の植物における赤外線による像を所定の結像面上に結像する結像光学系、前記結像面に受光面を一致させて配置され、前記像を電気的な信号に変換する赤外線イメージセンサ、および、赤外線イメージセンサの出力を、赤外線放射量を熱(温度)に換算するなどの、画像処理することで熱分布画像(熱分布画像データ)を生成する画像処理部等を備える。

10

【0015】

また例えば、熱分布画像取得部1は、熱分布画像測定装置(サーモグラフ)によって生成された、診断対象の植物における表面の熱分布画像を記憶および管理するサーバ装置、あるいは、通信機能付きの熱分布画像測定装置(サーモグラフ)から、通信回線(ネットワーク)を介して前記熱分布画像を受信する通信インターフェース(通信IF部、例えば通信カード等)である。熱分布画像取得部1の一例としての前記通信IF部は、前記通信回線を介して前記サーバ装置等から、前記熱分布画像を収容した通信信号を受信し、この受信した通信信号からデータを取り出し、この取り出したデータを制御処理部2が処理可能な形式のデータに変換して制御処理部2へ出力する。前記通信IF部は、制御処理部2から入力された転送すべきデータを収容した通信信号を、前記通信回線で用いられる通信

20

【0016】

また例えば、熱分布画像取得部1は、上述の熱分布画像測定装置(サーモグラフ)から通信回線を介して前記熱分布画像を受信する通信IF部であっても良い。

【0017】

また例えば、熱分布画像取得部1は、熱分布画像測定装置(サーモグラフ)によって生成された、診断対象の植物における表面の熱分布画像を記録した記録媒体から前記熱分布画像を読み取る前記記憶媒体に応じたストレージ装置(例えばHDDドライブ装置やCD-ROMドライブ装置等)である。

30

【0018】

前記熱分布画像測定装置(サーモグラフ)や前記通信機能付きの熱分布画像測定装置は、圃場の斜め上方から、前記圃場を俯瞰して撮像できるように配設されて良い。この場合、診断対象の前記植物を俯瞰した熱分布画像が取得できる。好ましくは、鉛直方向から見下ろして前記圃場を俯瞰して撮像できるように、前記熱分布画像測定装置(サーモグラフ)や前記通信機能付きの熱分布画像測定装置は、無線操縦による飛行機、ヘリコプター、マルチコプターおよび気球等の航空機に搭載される。この場合、鉛直方向から見下ろして診断対象の前記植物を俯瞰した熱分布画像が取得できる。

【0019】

熱分布画像は、例えば、圃場全体を写した画像であって良く、また例えば、圃場の一部を写した画像であって良い。この圃場の一部を写した画像である場合には、各画像に付属する位置情報に基づいて、圃場の各一部を写した各画像を貼り合わせる(連結する)ことで、圃場全体の熱分布画像が生成される。位置情報は、圃場の一部を写す際に、GPS(Global Positioning System)、ジャイロスコープおよびコンパス(羅針儀)等から得られ、圃場の一部を写した当該画像に、付属される。

40

【0020】

入力部4は、制御処理部2に接続され、例えば、診断を指示するコマンド等の各種コマンド、および、例えば診断対象の圃場名等の診断する上で必要な各種データを植物健全性診断装置Dに入力する機器であり、例えば、キーボードやマウス等である。出力部5は、制御処理部2に接続され、制御処理部2の制御に従って、入力部4から入力されたコマン

50

ドやデータ、および、当該植物健全性診断装置Dによって診断された診断結果（例えば診断対象が高温障害である旨等）等を入力する機器であり、例えばCRTディスプレイ、LCDおよび有機ELディスプレイ等の表示装置やプリンタ等の印刷装置等である。

#### 【0021】

なお、入力部4および出力部5からタッチパネルが構成されてもよい。このタッチパネルを構成する場合において、入力部4は、例えば抵抗膜方式や静電容量方式等の操作位置を検出して入力する位置入力装置であり、出力部5は、表示装置である。このタッチパネルでは、表示装置の表示面上に位置入力装置が設けられ、表示装置に入力可能な1または複数の入力内容の候補が表示され、ユーザが、入力したい入力内容を表示した表示位置を触れると、位置入力装置によってその位置が検出され、検出された位置に表示された表示内容がユーザの操作入力内容として植物健全性診断装置Dに入力される。このようなタッチパネルでは、ユーザは、入力操作を直感的に理解し易いので、ユーザにとって取り扱い易い植物健全性診断装置Dが提供される。

10

#### 【0022】

IF部6は、制御処理部2に接続され、制御処理部2の制御に従って、外部機器との間でデータの入出力を行う回路であり、例えば、シリアル通信方式であるRS-232Cのインターフェース回路、Bluetooth（登録商標）規格を用いたインターフェース回路、IrDA（Infrared Data Association）規格等の赤外線通信を行うインターフェース回路、および、USB（Universal Serial Bus）規格を用いたインターフェース回路等である。なお、前記熱分布画像取得部1は、IF部6と兼用されて良く、例えば、熱分布画像測定装置（サーモグラフ）によって生成された、診断対象の植物における表面の熱分布画像を記録したUSBメモリからUSBのIF部6を介して、熱分布画像は、植物健全性診断装置Dに入力される。

20

#### 【0023】

記憶部3は、制御処理部2に接続され、制御処理部2の制御に従って、各種の所定のプログラムおよび各種の所定のデータを記憶する回路である。前記各種の所定のプログラムには、例えば、診断対象の植物における表面の熱分布画像と所定の健全性影響因子情報とに基づいて前記植物の健全性を診断する植物健全性診断プログラム等の制御処理プログラムが含まれる。前記各種の所定のデータには、前記植物が育成している土壤に関する情報であって前記植物の健全性に影響する予め決められた因子の前記情報である前記所定の健全性影響因子情報等が含まれる。記憶部3は、例えば不揮発性の記憶素子であるROM（Read Only Memory）や書き換え可能な不揮発性の記憶素子であるEEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）等を備える。そして、記憶部3は、前記所定のプログラムの実行中に生じるデータ等を記憶するCPU（Central Processing Unit）のいわゆるワーキングメモリとなるRAM（Random Access Memory）等を含む。なお、記憶部3は、比較的大容量のハードディスクを備えても良い。

30

#### 【0024】

そして、記憶部3は、機能的に、熱分布画像取得部1によって取得された熱分布画像を記憶する熱分布画像記憶部31と、植物の健全性に影響すると予め規定された因子の情報である前記所定の健全性影響因子情報を記憶する健全性影響因子情報記憶部32とを備える。より詳しくは、健全性影響因子情報記憶部32は、機能的に、パラメータ記憶部321と、点数化情報記憶部322とを備える。

40

#### 【0025】

パラメータ記憶部321は、予め決められた所定のパラメータを記憶するものである。前記所定のパラメータは、前記健全性影響因子情報として、作土および栽培環境情報、土壤物性情報ならびに施肥情報のうちの少なくとも1つを含む。好ましくは、前記所定のパラメータは、前記健全性影響因子情報として、気象情報および育成指標情報のうちの少なくとも1つをさらに含む。前記作土および栽培環境情報は、前記植物が育成している土壤

50

の耕作に関する情報であり、好ましくは、例えば、作土層深さ、植付け深度、および、水稲や水耕栽培等の場合における水温等のうちの少なくとも1つを含む。水稲の場合、図3に示すように、水田は、表面から順に、表面水、作土層および下層土に区分できる。作土層の表層部分は、酸化層であり、それより深層部分は、還元層となっている。前記土壌物性情報は、前記植物が育成している土壌の物性に関する情報であり、好ましくは、例えば、土壌窒素濃度および土壌酸性度等のうちの少なくとも1つを含む。前記施肥情報は、前記植物に対する施肥に関する情報であり、好ましくは、例えば、施肥時期、施肥量および施肥成分等のうちの少なくとも1つを含む。前記気象情報は、前記植物に対する周囲環境の気象に関する情報であり、好ましくは、例えば、気温、湿度（相対湿度）、積算温度（所定の起算日から現在までの日々の平均気温を合算した値）、日照時間および雨量等のうちの少なくとも1つを含む。前記育成指標情報は、前記植物における育成の度合いを表す育成指標に関する情報であり、好ましくは、例えば、草丈、茎数（例えば分けつ数）、葉色（例えば葉色板の値）および葉緑素計の値（例えばSPAD（Soil & Plant Analyzer Development）値）等のうちの少なくとも1つを含む。なお、前記育成指標情報には、NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）値が除かれる。

10

#### 【0026】

より具体的には、本実施形態では、前記所定のパラメータは、図2に示すように、テーブル形式でパラメータ記憶部321に記憶される。より詳しくは、固定値として変化しない（一端入力したら日々変化しない）固定的パラメータは、図2Aに示す第1パラメータテーブルPT1に登録され、パラメータ記憶部321に記憶される。第1パラメータテーブルPT1に登録されるパラメータ（固定的パラメータ）は、図2Aに示す例では、撮影日、撮影時刻、移植日（田植え日）、作土層深さ、植付け深度、土壌酸性度、土壌窒素濃度、施肥成分、施肥時期および施肥量である。一方、日々変化したり、累積したりする変動的パラメータは、図2Bに示す第2パラメータテーブルPT2に登録され、パラメータ記憶部321に記憶される。第2パラメータテーブルPT2に登録されるパラメータ（変動的パラメータ）は、図2Bに示す例では、気温、積算温度、湿度、日照時間、葉色、草丈、茎数、水温（水口）、水温（水尻）、水温（平均）および水深であり、日時ごとに、第2パラメータテーブルPT2に登録され、追加される。すなわち、第2パラメータテーブルPT2には、日時ごとに新たなフィールドが追加され、この新たに追加されたフィールドの各レコードに各値が登録される。なお、図2Aおよび図2Bに示す例では、各パラメータは、各値としての「\*\*\*」で示されている。

20

30

#### 【0027】

点数化情報記憶部322は、点数化情報を記憶するものである。前記点数化情報は、植物の健全性を診断するために、健全性影響因子情報を、植物の健全性を評価するための評価点に変換するために用いられる、健全性影響因子情報と評価点との対応関係を表す情報であり、予め用意される。健全性影響因子情報は、植物の健全性に与える影響度に応じて複数レベルで評価される。例えば、本実施形態では、健全性影響因子情報は、その大きさに応じて1から5までの5段階のレベルで評価され、評価点が高いほど健全性を損なう影響が大きくなるように、前記点数化情報は、設定されている。本実施形態では、前記点数化情報は、例えば、図4に示す点数化テーブルCTとして、変換テーブル形式で点数化情報記憶部322に記憶される。点数化テーブルCTは、1から5までの各評価点ごとにフィールドを持ち、健全性影響因子情報の各項目ごとにレコードが作成され、各評価点に変換される健全性影響因子情報における各項目の各範囲が登録されている。例えば、健全性として高温障害の程度を診断する場合、作土層深さが浅いほど、根量が少なく、吸水能力が低く、葉からの蒸散が制限されるため、水稲の温度が上昇し易く、水稲は、高温障害を生じ易い。このため、健全性影響因子情報が作土層深さ（P1）である場合、評価点5のフィールドには、「P1<FSt h1」が登録され、評価点4のフィールドには、「FSt h1 P1<FSt h2」が登録され、評価点3のフィールドには、「FSt h2 P1<FSt h3」が登録され、評価点2のフィールドには、「FSt h3 P1<FSt h4」が登録され、評価点1のフィールドには、「FSt h4 P1<FSt h5」が登録される。

40

50

t h 4」が登録され、評価点1のフィールドには、「F S t h 4 P 1」が登録される。これら F S t h 1 から F S t h 4 は、作土層深さの観点から、各評価点を弁別する閾値（評価閾値）である（ $F S t h 1 < F S t h 2 < F S t h 3 < F S t h 4$ ）。この結果、例えば、作土層深さ P 1 が第 1 作土深さ閾値 F S t h 1 より浅い場合、点数化テーブル C T により、前記作土層深さ P 1 は、評価点 5 に変換され、また例えば、作土層深さ P 1 が第 2 作土深さ閾値 F S t h 2 より深く、第 3 作土層閾値 F S t h 3 より浅い場合、点数化テーブル C T により、前記作土層深さ P 1 は、評価点 3 に変換される。

【 0 0 2 8 】

健全性影響因子情報における他の項目も上述と同様に、各評価点ごとに各閾値が設定され、各評価点ごとにその範囲が点数化テーブル C T に登録される。健全性として上述の高温障害の程度を診断する場合、例えば、植付け深度は、植付け深度が深いほど、根量が少なくなり、吸水能力が低く、葉からの蒸散が制限されるため、水稻の温度が上昇し易く、水稻は、高温障害を生じ易い。移植日（田植え日）が遅いほど根の発育が不十分であり、水稻は、高温障害を生じ易い。なお、移植日は、比較的温暖な地域ではあえて遅らせるので、地域が考慮されることが好ましい。石灰窒素、ケイ酸石灰等の可還元抑制効果のある施肥を実施していれば、水稻は、高温障害を生じ難い。前記施肥の施肥量が多いほど、水稻は、高温障害を生じ難い。水温が高いほど、水稻は、高温障害を生じ易い。水深が浅いほど、水稻は、高温障害を生じ易い。気温が高いほど、水稻は、高温障害を生じ易い。積算温度が大きいほど、水稻は、高温障害を生じ易い。同じ栽培密度であれば、茎数が多いほど、水稻は、高温障害を生じ難い。葉色が濃いほど、水稻は、高温障害を生じ難い。これら観点から、健全性影響因子情報における各項目について、各評価点ごとに各閾値が設定され、各評価点ごとにその範囲が点数化テーブル C T に登録される。これら各項目における各評価閾値は、試験圃場でのサンプル等から適宜に設定される。

【 0 0 2 9 】

なお、上述では、評価点は、5 段階であったが、これに限定されるものではなく、例えば 3 段階（1、2、3 や 1、3、5 等）や 7 段階等の他の複数レベルであってよい。また健全性影響因子情報の各項目に対する各評価点が全て同段階であって良く、また異なって良い。この異なる場合、例えば評価点 5、3、1 の各評価点に変換される健全性影響因子情報における各項目の各範囲が登録される一方、評価点 4、2 の各評価点に変換される健全性影響因子情報における各項目の各範囲が無登録（省略）されることで、点数化情報は、1 つの点数化テーブル C T に登録できる。

【 0 0 3 0 】

制御処理部 2 は、植物健全性診断装置 D の各部を当該各部の機能に応じてそれぞれ制御し、診断対象の植物における所定の健全性を診断するための回路である。制御処理部 2 は、例えば、CPU（Central Processing Unit）およびその周辺回路を備えて構成される。制御処理部 2 には、制御処理プログラムが実行されることによって、制御部 2 1、植物健全性診断部 2 2、施肥情報作成部 2 3 および記憶更新制御部 2 4 が機能的に構成されている。

【 0 0 3 1 】

制御部 2 1 は、植物健全性診断装置 D の各部を当該各部の機能に応じてそれぞれ制御するためのものである。

【 0 0 3 2 】

植物健全性診断部 2 2 は、熱分布画像取得部 1 で取得された熱分布画像と健全性影響因子情報記憶部 3 2 に記憶された健全性影響因子情報に基づいて植物の健全性を診断するものである。より具体的には、植物健全性診断部 2 2 は、熱分布画像取得部 1 で取得された熱分布画像を複数の領域に分割し、これら複数の領域それぞれについて、当該領域の熱分布画像と健全性影響因子情報記憶部 3 2 に記憶された健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断するものである。植物の健全性は、圃場全体で一括に診断されても良いが、圃場全体を複数の領域に区分けして個々の領域ごとにその植物の健全性を診断することによって、圃場を細分化してきめ細かく植物の健全性が診断できる。このような植物

10

20

30

40

50

健全性診断部 2 2 では、圃場熱分布画像形成部 2 2 1、領域分割部 2 2 2、基準温度演算部 2 2 3、高温領域検出部 2 2 4、点数化演算部 2 2 5 および診断部（時系列診断部）2 2 6 が機能的に構成される。

【 0 0 3 3 】

圃場熱分布画像形成部 2 2 1 は、圃場の一部を写した複数の熱分布画像を、各熱分布画像に付属する位置情報に基づいて、貼り合わせる（連結する）ことで、圃場全体の熱分布画像を生成するものである。

【 0 0 3 4 】

領域分割部 2 2 2 は、熱分布画像を、予め設定された所定の大きさを持つ複数の領域に分割するものである。

【 0 0 3 5 】

基準温度演算部 2 2 3 は、健全性として上述の高温障害の程度を診断する場合、高温障害の候補になるか否かを判定するための基準温度（健康な稲体の温度）を、気温および湿度に基づいて求めるものである。

【 0 0 3 6 】

高温領域検出部 2 2 4 は、熱分布画像から高温領域を検出するものである。より具体的には、高温領域検出部 2 2 4 は、領域分割部 2 2 2 で分割された各領域それぞれについて、熱分布画像から求められる当該領域の温度が、基準温度演算部 2 2 3 で求められた基準温度を超えているか否かを判定し、この判定の結果、基準温度を超えている領域を高温領域として検出するものである。好ましくは、高温領域検出部 2 2 4 は、基準温度を超えている領域について、基準温度との差異に応じて高温領域を複数レベルに分けて判定しても良い。例えば、高温領域を 3 段階のレベルに分け、高温領域検出部 2 2 4 は、基準温度との差異が 0 を超えて予め設定された第 1 閾値（第 1 高温判定閾値） $R_{th1}$  以下である場合には、低高温領域と判定し、基準温度との差異が第 1 高温判定閾値  $R_{th1}$  を超えて予め設定された第 2 閾値（第 2 高温判定閾値） $R_{th2}$  以下である場合には、中高温領域と判定し、そして、基準温度との差異が第 2 高温判定閾値  $R_{th2}$  を超えている場合には、高高温領域と判定する。第 1 および第 2 高温判定閾値  $R_{th1}$ 、 $R_{th2}$  は、試験圃場のサンプル等から適宜に設定される。

【 0 0 3 7 】

点数化演算部 2 2 5 は、高温領域検出部 2 2 4 によって高温領域と判定された領域について、当該領域に対応する前記所定のパラメータを、点数化情報に基づいて、評価点に換算するものである。

【 0 0 3 8 】

診断部 2 2 6 は、高温領域検出部 2 2 4 によって高温領域と判定された領域について、点数化演算部 2 2 5 で求められた評価点に基づいて、当該領域における植物の健全性を診断するものである。

【 0 0 3 9 】

施肥情報作成部 2 3 は、診断部 2 2 6 の診断結果に基づいて、健全性を担保するために、領域分割部 2 2 2 で分割された各領域それぞれについての各施肥量を施肥情報として求めるものである。

【 0 0 4 0 】

そして、制御部 2 1 は、熱分布画像（圃場熱分布画像形成部 2 2 1 で複数の熱分布画像を連結した場合にはこの連結後の熱分布画像）を、領域分割部 2 2 2 で分割した各領域の境界を付して出力部 5 に出力し、基準温度演算部 2 2 3 で求めた基準温度を出力部 5 に出力し、高温領域検出部 2 2 4 で検出した高温領域を出力部 5 に出力し、診断部 2 2 6 で診断した診断結果（健全性）を出力部 5 に出力し、そして、施肥情報作成部 2 3 で求めた施肥情報を出力部 5 に出力する。

【 0 0 4 1 】

記憶更新制御部 2 4 は、健全性影響因子情報記憶部 3 2 に記憶されている健全性影響因子情報を更新するための新たな健全性影響因子情報を例えば入力部 4 や I F 部 6 等から受

10

20

30

40

50

け付けた場合に、この受け付けた前記新たな健全性影響因子情報で健全性影響因子情報記憶部 3 2 に記憶されている健全性影響因子情報を更新するものである。なお、入力部 4 および I F 部 6 は、受付部の一例に相当する。

#### 【 0 0 4 2 】

次に、本実施形態の動作について説明する。図 5 は、実施形態における植物健全性診断装置の動作を示すフローチャートである。図 6 は、熱分布画像を取得する様子の一例を示す図である。図 7 は、所定の領域に分割された圃場の熱分布画像の一例を示す図である。

図 8 は、圃場の熱分布画像から検出された高温領域（高温障害の候補領域）の一例を示す図である。図 9 は、領域ごとに診断された各領域の診断結果の一例を示す図である。

#### 【 0 0 4 3 】

このような植物健全性診断装置 D では、ユーザ（オペレータ）によって図略の電源スイッチがオンされると、制御処理部 2 は、必要な各部の初期化を実行し、制御処理プログラムの実行によって、制御処理部 2 には、制御部 2 1、植物健全性診断部 2 2、施肥情報作成部 2 3 および記憶更新制御部 2 4 が機能的に構成され、植物健全性診断部 2 2 には、圃場熱分布画像作成部 2 2 1、領域分割部 2 2 2、基準温度演算部 2 2 3、高温領域検出部 2 2 4、点数化演算部 2 2 5 および診断部 2 2 6 が機能的に構成される。

#### 【 0 0 4 4 】

そして、健全性影響因子情報記憶部 3 2 に記憶されている健全性影響因子情報を更新するための新たな健全性影響因子情報が、例えば入力部 4 または I F 部 6 等から入力されると、制御処理部 2 の記憶更新制御部 2 4 は、この入力された前記新たな健全性影響因子情報で健全性影響因子情報記憶部 3 2 に記憶されている健全性影響因子情報を更新する。より具体的には、本実施形態では、入力部 4 または I F 部 6 から、気温、湿度、日照時間、葉色、草丈、茎数、水温（水口）、水温（水尻）、水温（平均）および水深が入力されると、記憶更新制御部 2 4 は、第 2 パラメータテーブル P T 2 に新たなフィールドを設け（追加し）、この新たに設けた（追加した）フィールドの各レコードに、入力部 4 または I F 部 6 から入力された、気温、湿度、日照時間、葉色、草丈、茎数、水温（水口）、水温（水尻）、水温（平均）および水深の各値が登録される。なお、日時には、この新たなフィールドを設けた日時が登録される。水温（平均）には、水温（平均）自体が入力部 4 または I F 部 6 から入力されてその値が登録されて良く、あるいは、入力部 4 または I F 部 6 から入力された水温（水口）および水温（水尻）から、記憶更新制御部 2 4 によって水温（平均）が求められてその値が登録されて良い。積算温度には、積算温度自体が入力部 4 または I F 部 6 から入力されてその値が登録されて良く、あるいは、入力部 4 または I F 部 6 から入力された気温から、記憶更新制御部 2 4 によって積算温度が求められてその値が登録されて良い。また、気温を計る温度計、湿度を計る湿度計、日照時間を計る日照計、葉色を計る葉色計、水温（水口）および水温（水尻）それぞれを計る水温計、および、水深を計る水深計の各センサが設けられ、これら各センサからその計った各値が I F 部 6 から入力されても良い。

#### 【 0 0 4 5 】

そして、植物健全性診断装置 D は、熱分布画像を熱分布画像取得部 1 によって取得すると、この取得した熱分布画像および健全性影響因子情報記憶部 3 2 の健全性影響因子情報を用いて植物の健全性を次の動作によって診断する。なお、この植物の健全性の診断において、本実施形態では、最新の健全性影響因子情報が用いられる。したがって、上述のように、健全性影響因子情報記憶部 3 2 の健全性影響因子情報が更新された場合には、この更新された健全性影響因子情報が前記診断に用いられる。

#### 【 0 0 4 6 】

図 5 において、処理 S 1 では、熱分布画像取得部 1 によって、圃場の熱分布画像が取得される。例えば、図 6 に示すように、マルチコプターに搭載された熱分布画像測定装置（サーモグラフ）によって、その画角の範囲で圃場を順次に走査するように、複数の熱分布画像が撮影され、その位置情報と合わせて取得される。

#### 【 0 0 4 7 】

次に、処理 S 2 では、制御処理部 2 の植物健全性診断部 2 2 における圃場熱分布画像形成部 2 2 1 によって、圃場の一部を写した複数の熱分布画像を、各熱分布画像に付属する位置情報に基づいて、連結することで、圃場全体の熱分布画像が形成される。なお、処理 S 1 で取得された熱分布画像が圃場を除く他の地域（例えば宅地や空き地）も撮影している場合には、前記位置情報に基づいて熱分布画像と予め与えられた地図情報と合わせ込むことで（熱分布画像と予め与えられた地図情報と重ね合わせることで）、圃場の熱分布画像が抽出されても良い。

【 0 0 4 8 】

次に、処理 S 3 では、植物健全性診断部 2 2 の領域分割部 2 2 2 によって、処理 S 2 で形成された圃場全体の熱分布画像が、予め設定された所定の大きさを持つ複数の領域に分割される。例えば、10m 四方の領域（10m、10m×10m の正方形の領域）に、前記圃場全体の熱分布画像が分割される。このように複数の領域に分割された熱分布画像の一例が図 7 に示されている。図 7 に示す例では、前記圃場全体の熱分布画像 S P が 3 行 10 列の 30 個の正方形の領域 A R - 1 1 ~ A R - 3 1 0 に分割されている。図 7 では、他に較べて比較的高温な部分が斜線で示されている。なお、分割領域の形状は、任意であり、他の形状であって良く、例えば三角形や長方形であって良い。

【 0 0 4 9 】

次に、処理 S 4 では、植物健全性診断部 2 2 の基準温度演算部 2 2 3 によって、高温障害の候補になるか否かを判定するための基準温度（健康な稲体の温度）が、気温および湿度に基づいて求められる。

【 0 0 5 0 】

次に、処理 S 5 では、植物健全性診断部 2 2 の高温領域検出部 2 2 4 によって、前記圃場全体の熱分布画像から、高温領域が検出される。より具体的には、高温領域検出部 2 2 4 は、領域分割部 2 2 2 で分割された各領域それぞれについて、熱分布画像から求められる当該領域の温度が、基準温度演算部 2 2 3 で求められた基準温度を超えているか否かを判定し、この判定の結果、基準温度を超えている領域を高温領域として検出する。例えば、図 7 に示す熱分布画像の例では、図 8 に示すように、領域 A R - 1 1、A R - 1 2、A R - 1 3、A R - 1 1 0、A R - 2 1、A R - 2 2、A R - 2 1 0、A R - 3 1 0 が高温領域として検出され、高温障害を発生している可能性の高い候補領域とされる。また、高温領域検出部 2 2 4 は、好ましくは、基準温度を超えている領域について、基準温度との差異に応じて高温領域を複数レベルに分けて判定しても良い。

【 0 0 5 1 】

次に、処理 S 6 では、植物健全性診断部 2 2 の点数化演算部 2 2 5 によって、高温領域と判定された領域（候補領域）について、当該領域に対応する前記所定のパラメータが、点数化情報に基づいて、評価点に換算される。例えば、点数化演算部 2 2 5 は、まず、パラメータ記憶部 3 2 1 に記憶されている第 1 パラメータテーブル P T 1 から、移植日、作土層深さ、植付け深度、土壌酸性度、土壌窒素濃度、施肥成分、施肥時期および施肥量を取り出し、パラメータ記憶部 3 2 1 に記憶されている第 2 パラメータテーブル P T 2 から、最新の気温、積算温度、湿度、日照時間、葉色、草丈、茎数、水温（水口）、水温（水尻）、水温（平均）および水深を取り出す。次に、点数化演算部 2 2 5 は、これら各項目のうち、候補領域 A R - 1 1 の数値に換算する必要がある項目の数値を、候補領域 A R - 1 1 の数値に換算する。例えば、移植日、施肥成分、施肥時期および施肥量等の圃場全体に亘って同一値である項目の数値は、そのまま用いられ、水深や水温等の圃場の領域ごとに数値の異なる項目の数値は、予め設定された換算方法で、換算される。例えば、水深は、水口（水田における水の取り入れ口）では、相対的に深く、水尻（水田における水の排出口）では、相対的に浅くなるので、当該候補領域 A R - 1 1 における水口からの距離に応じて水深が換算される。また例えば、水温は、水口では相対的に低く、水尻では相対的に高くなるので、当該候補領域 A R - 1 1 における水口からの距離に応じて水温が換算される。なお、作土層深さ、植付け深度、葉色、草丈および茎数等は、領域 A R ごとにパラメータ記憶部 3 2 1 に記憶されることが好ましい。そして、点数化演算部 2 2 5 は、これ

10

20

30

40

50

らパラメータの各値を、点数化情報の点数化テーブルC Tを用いて各評価点にそれぞれ変換し、これら各評価点を合算し、総評価点を求める。なお、処理S 5において、基準温度との差異に応じて高温領域を複数レベルに分けた場合には、前記複数のレベルに応じた重みで、前記各評価点の合算結果に重み付けて、前記総評価点が求められても良い。例えば、低高温領域には、0.7の重みが付けられ、中高温領域には、1.0の重みが付けられ、高高温領域には、1.3の重みが付けられる。

#### 【0052】

次に、処理S 7では、植物健全性診断部22の診断部226によって、高温領域と判定された領域（候補領域）について、点数化演算部225で求められた評価点に基づいて、当該領域における植物の健全性が診断される。より具体的には、診断部226は、点数化演算部225で求められた総評価点が予め設定された閾値（障害判定閾値）B t h以上であるか否かを判定することで、高温障害であるか否かを判定する。点数化演算部225で求められた総評価点が前記障害判定閾値B t h以上である場合には、当該候補領域A Rは、高温障害であると判定され、前記総評価点が前記障害判定閾値B t h未満である場合には、当該候補領域A Rは、高温障害ではないと判定される。

10

#### 【0053】

次に、処理S 8では、高温領域と判定された領域（候補領域）全てについて、診断を終了したか否かが判定される。この判定の結果、未診断の候補領域が存在する場合には、処理が処理S 5に戻され、前記判定の結果、候補領域全てについて診断が終了している場合には、次の処理S 9が実施される。

20

#### 【0054】

処理S 9では、制御処理部2の施肥情報作成部23によって、診断部226の診断結果に基づいて、健全性を担保するために、領域分割部222で分割された各領域それぞれについての各施肥量が施肥情報として求められる。例えば、図9に示す例では、施肥情報作成部23は、高温障害領域A R - 12について、高温障害の発生を抑制するために必要な単位面積当たりの施肥量に、高温障害領域A R - 12の面積を乗じることで、施肥量を求める。前記単位面積当たりの施肥量は、農業経験上の推奨値として公知であり、前記単位面積当たりの施肥量には、その推奨値が予め設定される。これによって圃場内の各領域それぞれについて各施肥量を示す施肥マップが作成される。

#### 【0055】

そして、処理S 10では、制御処理部2の制御部21によって診断結果が処方として出力され、処理が終了される。より具体的には、制御部21は、圃場全体の熱分布画像を、領域分割部222で分割した各領域の境界を付して出力部5に出力し（例えば図7参照）、基準温度演算部223で求めた基準温度を出力部5に出力し、高温領域検出部224で検出した高温領域を出力部5に出力し（例えば図8参照）、診断部226で診断した診断結果（健全性）を出力部5に出力し（例えば図9参照）、そして、施肥情報作成部23で求めた施肥情報を出力部5に出力する。

30

#### 【0056】

そして、次回、農作物を栽培する際に、前記処方に基づく前記施肥マップに従い施肥が実行される。施肥は、人手で実施されて良く、また、機械化されても良い。これによって農作物の健全性が向上し、農作物の収量および品質の各向上が期待できる。近年では、温暖化の影響により、水稲における高温障害の発生頻度が上昇してきている。近年の厳しい経営環境からも水稲における高温障害の発生頻度が上昇してきている。すなわち、まず、水田の耕起において、労務費削減および燃料費節約等のために短時間で耕起できるように機械の設定を行うため、結果として作土層が浅くなりがちである。作土層が浅くなると、根の生育が制限され、吸水能力が低下する。補植の手間を省くため、植付け深度が深くなると、根の育成のスペースが制限され、吸水能力が低下する。さらに、水田では湛水により作土層の還元が進み（図3参照）、根にストレスを与え、根の生育量に応じてその影響が相対的に増大し、吸水能力に影響する。根の給水能力の低下により、葉の気孔からの蒸散が制限され、植物の体温を低下させる能力が劣化し、高温障害が発生する。水稲の場合

40

50

、高温障害は、白粒米の増加となって現れ、品質が劣化する。これを防止するために、元肥として石灰窒素、ケイ酸石灰等の還元を抑制する肥料を施肥するが、高価な肥料であるため、圃場全体に施肥すると農家の収益に大きく影響する。本実施形態では、上述のように、高温障害が発生している領域ARが検知され、この領域ARにのみ対策のための施肥が実施でき、最小限の費用で高温障害が対策できる。

【0057】

以上説明したように、本実施形態における植物健全性診断装置D、これに実装された植物健全性診断方法およびそのプログラムは、植物表面の熱分布画像だけでなく、健全性影響因子情報も用いて植物の健全性を診断するので、より正確に植物の健全性を診断できる。

10

【0058】

本実施形態における植物健全性診断装置D、これに実装された植物健全性診断方法およびそのプログラムは、植物の健全性に有意に関わる、上述の作土および栽培環境情報、土壌物性情報ならびに施肥情報のうちの少なくとも1つを健全性影響因子情報に含むので、好ましくは気象情報および育成指標情報（NDVI値を除く）のうちの少なくとも1つをさらに健全性影響因子情報に含むので、より正確に植物の健全性を診断できる。

【0059】

本実施形態における植物健全性診断装置D、これに実装された植物健全性診断方法およびそのプログラムは、記憶更新制御部24をさらに備えるので、診断の際に、最新の健全性影響因子情報を用いることが可能となるので、より正確に植物の健全性を診断できる。

20

【0060】

本実施形態における植物健全性診断装置D、これに実装された植物健全性診断方法およびそのプログラムは、植物を俯瞰した熱分布画像を用いるので、より広い範囲の植物を診断できる。また、前記熱分布画像が鉛直方向から見下ろして前記植物を俯瞰した画像である場合は、各植物間同士での陰になる部分がより少なくなり、より正確に各植物の健全性を診断できる。

【0061】

本実施形態における植物健全性診断装置D、これに実装された植物健全性診断方法およびそのプログラムは、領域ARごとに植物の健全性を診断するので、きめ細かく前記植物の健全性を診断できる。診断の結果、施肥を必要とする場合、領域ARごとに施肥の要否が判定できるので、全体を一括で診断した結果、前記全体に施肥する場合に較べて、その施肥の費用が低減できる。

30

【0062】

なお、上述の実施形態において、熱分布画像取得部1は、互いに異なる複数の時刻 $T_n$ それぞれでの複数の熱分布画像 $SP_n$ を取得し（2は2以上の整数）、植物健全性診断部22の診断部226は、時系列診断部226として、前記複数の熱分布画像 $SP_n$ それぞれについて、当該熱分布画像 $SP_k$ （ $k \leq n$ ）と健全性影響因子情報記憶部32に記憶された健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断することによって、前記互いに異なる複数の時刻 $T_n$ それぞれでの複数の診断結果 $DR_n$ を複数の時系列診断結果 $DR_n$ として求め、そして、植物健全性診断部22は、図1に破線で示すように、さらに、診断部（時系列診断部）226で診断された複数の時系列診断結果 $DR_n$ に基づいて前記植物の健全性を診断する最終診断部を備えてもよい。このような構成の植物健全性診断装置Dは、一時点だけでなく、互いに異なる複数の時刻 $T_n$ それぞれでの複数の時系列診断結果 $DR_n$ を用いて植物の健全性を診断するので、より正確に植物の健全性を診断できる。

40

【0063】

本明細書は、上記のように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

【0064】

一態様にかかる植物健全性診断装置は、診断対象の植物における表面の熱分布画像を取得する熱分布画像取得部と、前記植物が育成している土壤に関する情報であって前記植物

50

の健全性に影響する予め決められた因子の前記情報である所定の健全性影響因子情報を予め記憶する健全性影響因子情報記憶部と、前記熱分布画像取得部で取得された前記熱分布画像と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する植物健全性診断部とを備える。上述の植物健全性診断装置において、好ましくは、前記熱分布画像取得部は、診断対象の植物から放射された赤外線を撮像し、熱分布を図として表した熱分布画像（サーモグラム）を生成する熱分布画像測定装置（サーモグラフ）である。また好ましくは、上述の植物健全性診断装置において、前記熱分布画像取得部は、診断対象の植物における表面の熱分布画像を記憶および管理するサーバ装置から通信回線を介して前記熱分布画像を受信する通信インターフェース（例えば通信カード等）である。また好ましくは、上述の植物健全性診断装置において、前記熱分布画像取得部は、診断対象の植物から放射された赤外線を撮像し、熱分布を図として表した熱分布画像（サーモグラム）を生成する熱分布画像測定装置（サーモグラフ）から通信回線を介して前記熱分布画像を受信する通信インターフェース（例えば通信カード等）である。また好ましくは、上述の植物健全性診断装置において、前記熱分布画像取得部は、診断対象の植物における表面の熱分布画像を記録した記録媒体から前記熱分布画像を読み取る前記記憶媒体に応じたストレージ装置（例えばHDDドライブ装置やCD-ROMドライブ装置等）である。

10

**【0065】**

このような植物健全性診断装置は、植物健全性診断部を備え、植物表面の熱分布画像だけでなく、健全性影響因子情報も用いて植物の健全性を診断するので、より正確に植物の健全性を診断できる。

20

**【0066】**

他の一態様では、上述の植物健全性診断装置において、前記健全性影響因子情報は、前記植物が育成している土壤の耕作に関する作土および栽培環境情報、前記植物が育成している土壤の物性に関する土壤物性情報、ならびに、前記植物に対する施肥に関する施肥情報のうちの少なくとも1つを含む。好ましくは、上述の植物健全性診断装置において、前記健全性影響因子情報は、前記植物に対する周囲環境の気象に関する気象情報、および、前記植物における育成の度合いを表す育成指標に関する育成指標情報のうちの少なくとも1つをさらに含む。これら上述の植物健全性診断装置において、好ましくは、前記作土および栽培環境情報は、作土層の深さ、植付け深さ、および、水耕栽培の場合は水温等のうちの少なくとも1つを含む。また好ましくは、これら上述の植物健全性診断装置において、前記土壤物性情報は、土壤窒素濃度および土壤酸性度等のうちの少なくとも1つを含む。また好ましくは、これら上述の植物健全性診断装置において、前記施肥情報は、施肥時期、施肥量および施肥成分等のうちの少なくとも1つを含む。また好ましくは、これら上述の植物健全性診断装置において、前記気象情報は、気温、湿度（相対湿度）、積算温度、日照時間および雨量等のうちの少なくとも1つを含む。また好ましくは、これら上述の植物健全性診断装置において、前記育成指標情報は、丈、茎数（例えば分けつ数）、葉色（例えば葉色板の値）および葉緑素計の値（例えばSPAD（Soil & Plant Analyzer Development）値）等のうちの少なくとも1つを含む。なお、前記育成指標情報には、NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）値が除かれる。

30

40

**【0067】**

このような植物健全性診断装置は、植物の健全性に有意に関わる、上述の作土および栽培環境情報、土壤物性情報ならびに施肥情報のうちの少なくとも1つを健全性影響因子情報に含むので、好ましくは気象情報および育成指標情報（NDVI値を除く）のうちの少なくとも1つをさらに健全性影響因子情報に含むので、より正確に植物の健全性を診断できる。

**【0068】**

他の一態様では、これら上述の植物健全性診断装置において、前記健全性影響因子情報記憶部に記憶されている健全性影響因子情報を更新するための新たな健全性影響因子情報

50

を受け付ける受付部と、前記受付部で受け付けた前記新たな健全性影響因子情報で前記前記健全性影響因子情報記憶部に記憶されている健全性影響因子情報を更新する記憶更新制御部とをさらに備える。

【0069】

このような植物育成状態診断装置は、受付部および記憶更新制御部をさらに備えるので、診断の際に、最新の健全性影響因子情報を用いることが可能となるので、より正確に植物の健全性を診断できる。

【0070】

他の一態様では、これら上述の植物健全性診断装置において、前記熱分布画像取得部は、互いに異なる複数の時刻それぞれでの複数の熱分布画像を取得し、前記植物健全性診断部は、前記複数の熱分布画像それぞれについて、当該熱分布画像と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断することによって、前記互いに異なる複数の時刻それぞれでの複数の診断結果を複数の時系列診断結果として求める時系列診断部と、前記時系列診断部で診断された複数の時系列診断結果に基づいて前記植物の健全性を診断する最終診断部とを備える。

10

【0071】

このような植物健全性診断装置は、一時点だけでなく、互いに異なる複数の時刻それぞれでの複数の時系列診断結果を用いて植物の健全性を診断するので、より正確に植物の健全性を診断できる。

【0072】

20

他の一態様では、これら上述の植物健全性診断装置において、前記熱分布画像は、前記植物を俯瞰した画像である。これら上述の植物健全性診断装置において、好ましくは、前記熱分布画像は、鉛直方向から見下ろして前記植物を俯瞰した画像である。

【0073】

このような植物健全性診断装置は、植物を俯瞰した熱分布画像を用いるので、より広い範囲の植物を診断できる。また、前記熱分布画像が鉛直方向から見下ろして前記植物を俯瞰した画像である場合では、各植物間同士での陰になる部分がより少なくなり、より正確に各植物の健全性を診断できる。

【0074】

他の一態様では、これら上述の植物健全性診断装置において、前記植物健全性診断部は、前記熱分布画像取得部で取得された前記熱分布画像を複数の領域に分割し、前記複数の領域それぞれについて、当該領域の熱分布画像と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する。

30

【0075】

このような植物健全性診断装置は、領域ごとに植物の健全性を診断するので、きめ細かく前記植物の健全性を診断できる。診断の結果、施肥を必要とする場合、領域ごとに施肥の要否が判定できるので、全体を一括で診断した結果、前記全体に施肥する場合に較べて、その施肥の費用が低減できる。

【0076】

他の一態様にかかる植物健全性診断方法は、診断対象の植物における表面の熱分布画像を取得する熱分布画像取得工程と、前記植物が育成している土壌に関する情報であって前記植物の健全性に影響する予め決められた因子の前記情報である所定の健全性影響因子情報を健全性影響因子情報記憶部に予め記憶する健全性影響因子情報記憶工程と、前記熱分布画像取得工程で取得された前記熱分布画像と前記健全性影響因子情報記憶工程で健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する植物健全性診断工程とを備える。

40

【0077】

他の一態様にかかる植物健全性診断プログラムは、コンピュータシステムを、診断対象の植物における表面の熱分布画像を取得する熱分布画像取得部、前記植物が育成している土壌に関する情報であって前記植物の健全性に影響する予め決められた因子の前記情報で

50

ある所定の健全性影響因子情報を予め記憶する健全性影響因子情報記憶部、および、前記熱分布画像取得部で取得された前記熱分布画像と前記健全性影響因子情報記憶部に記憶された前記健全性影響因子情報に基づいて前記植物の健全性を診断する植物健全性診断部、として機能させるためのプログラムである。好ましくは、上述の植物健全性診断プログラムは、CD-ROM等の記録媒体に記録され、前記記録媒体によって提供される。好ましくは、上述の植物健全性診断プログラムは、サーバ装置に記憶され、前記サーバ装置から通信回線（例えばネットワーク等）を介して提供される。

【0078】

これら植物健全性診断方法および植物健全性診断プログラムは、植物表面の熱分布画像だけでなく、健全性影響因子情報も用いて植物の健全性を診断するので、より正確に植物の健全性を診断できる。

10

【0079】

この出願は、2015年3月16日に出願された日本国特許出願特願2015-52253を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

【0080】

本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を適切且つ十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を変更および/または改良することは容易に為し得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態または改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態または当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

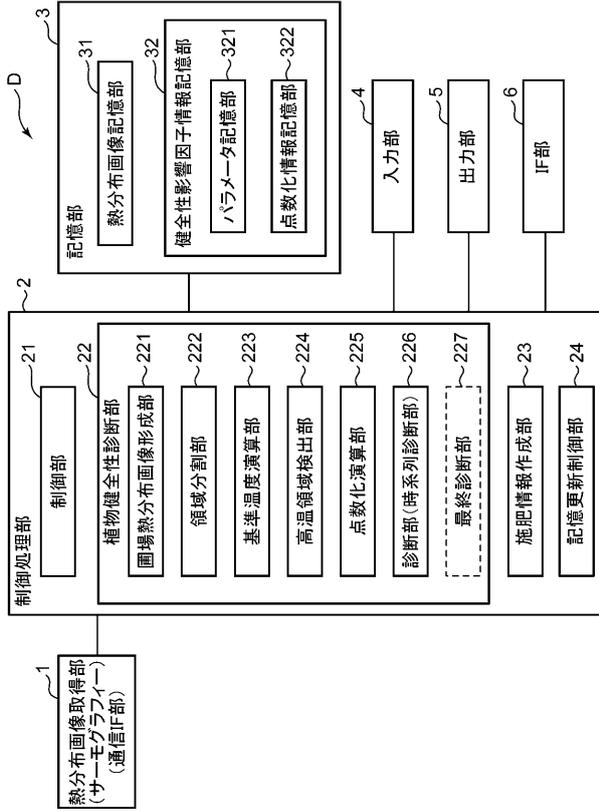
20

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明によれば、植物健全性診断装置、植物健全性診断方法および植物健全性診断プログラムを提供することができる。

【図 1】



【図 2】

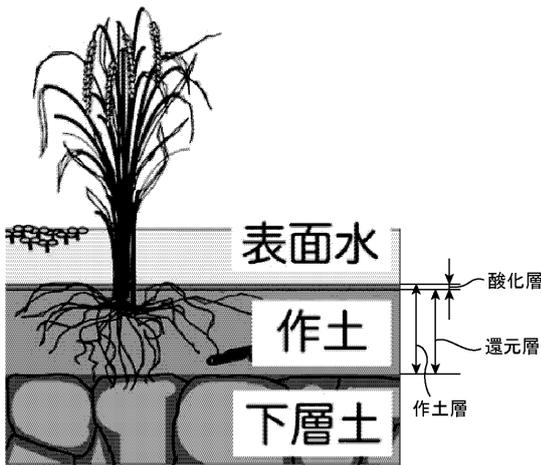
A. パラメータテーブル1

項目	パラメータ値
撮影日	***
撮影時刻	***
移植(田植え)日	***
作土層深さ	***
植付け深さ	***
土質酸碱性度	***
土壌窒素濃度	***
施肥成分	***
施肥時期	***
施肥量	***

B. パラメータテーブル2

項目	パラメータ値
日時	***
気温	***
積算温度	***
湿度	***
日照時間	***
葉色	***
草丈	***
莖数	***
水温(水口)	***
水温(水尻)	***
水温(平均)	***
水深	***

【図 3】

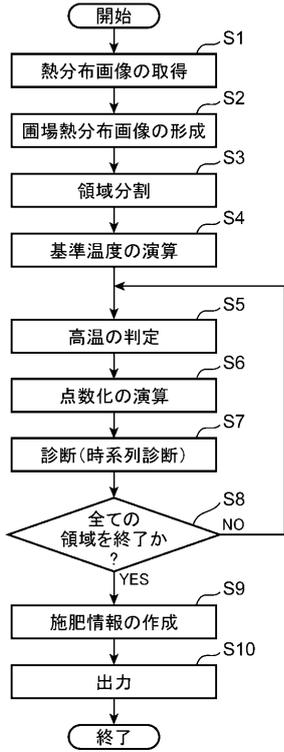


【図 4】

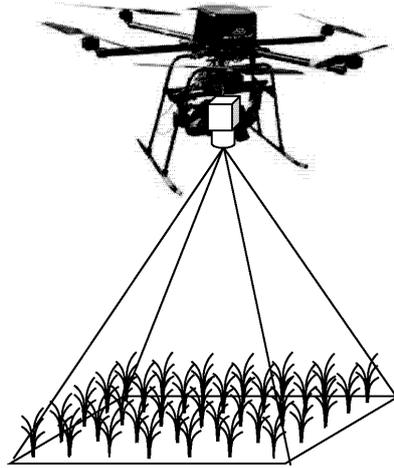
CT

項目	評価点	5	4	3	2	1
作土層深さ(P1)	$P1 < Fsth1$	$Fsth1 \leq P1 < Fsth2$	$Fsth2 \leq P1 < Fsth3$	$Fsth3 \leq P1 < Fsth4$	$Fsth4 \leq P1$	
植付け深さ(P2)	$P2 > Pdth1$	$Pdth1 \geq P2 > Pdth2$	$Pdth2 \geq P2 > Pdth3$	$Pdth3 \geq P2 > Pdth4$	$Pdth4 \geq P2$	
積算温度(Pn)	$Pn > Itth1$	$Itth1 \geq Pn > Itth2$	$Itth2 \geq Pn > Itth3$	$Itth3 \geq Pn > Itth4$	$Itth4 \geq Pn$	

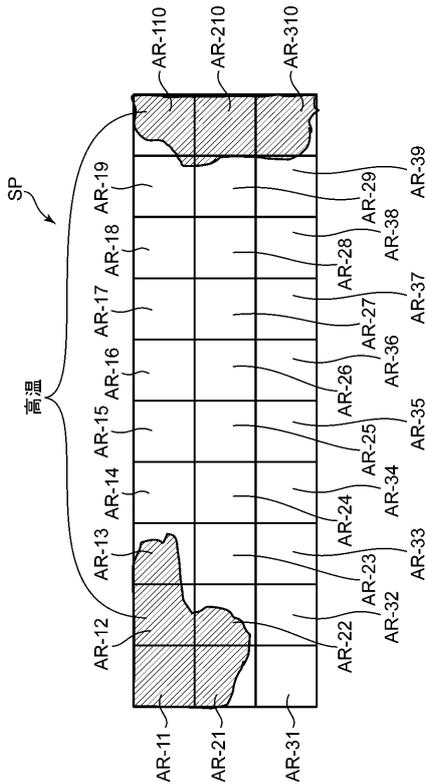
【図5】



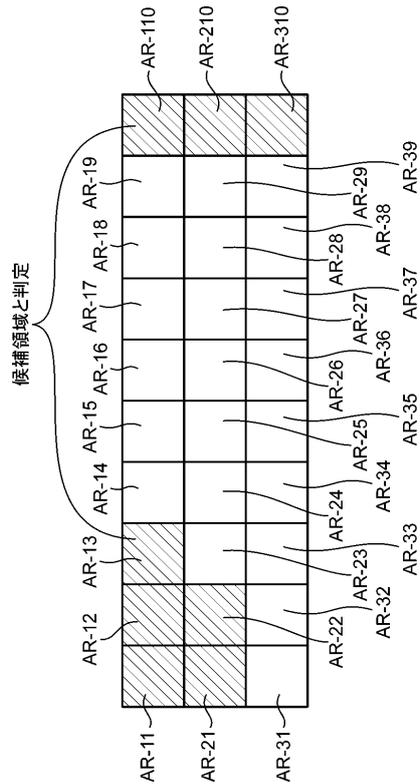
【図6】

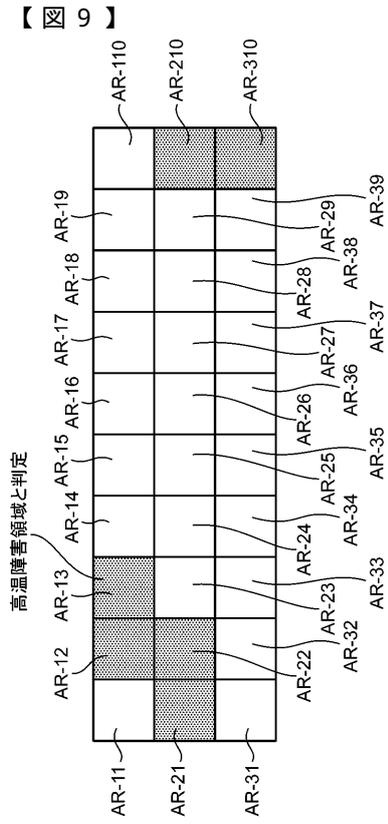


【図7】



【図8】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-8699(JP,A)  
特開2012-200194(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A01G	7/00
G01J	5/48
G06T	1/00