

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*]	(参考)
C02F 3/32		C02F 3/32		2B314
A01G 31/00	601	A01G 31/00	601	B 4D040
	606		606	
	608		608	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全10頁)

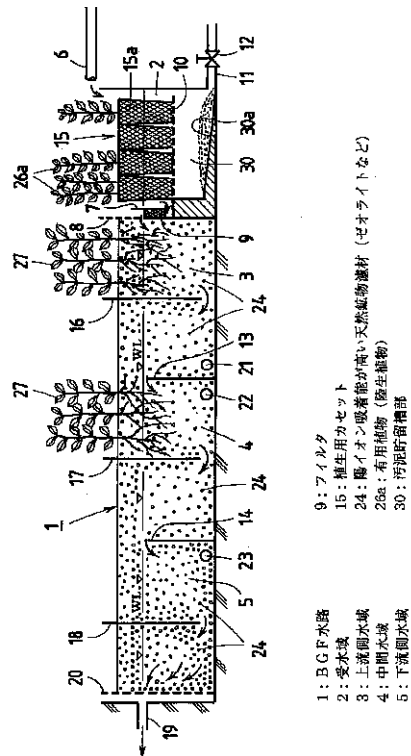
(21)出願番号	特願平11 - 51818	(71)出願人	591275126 農林水産省農業研究センター所長 茨城県つくば市観音台3 - 1 - 1
(22)出願日	平成11年2月26日(1999.2.26)	(72)発明者	尾崎 保夫 茨城県つくば市観音台3 - 1 - 1 農林水産省 農業研究センター内
		(72)発明者	阿部 薫 茨城県つくば市観音台3 - 1 - 1 農林水産省 農業研究センター内
		(74)代理人	100066474 弁理士 田澤 博昭 (外1名) Fターム(参考) 2B314 MA55 MA62 ND44 PB08 PC18 PC25 4D040 CC01 CC02 CC05 CC09

(54)【発明の名称】有用植物を用いた水質浄化方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 水質浄化に使用する植物として、水生植物のみを使用したのでは収穫バイオマスの有効利用が難しく、また、陸生植物を利用した水質浄化では、散水パイプを必要とするなど、構成が複雑化し且つ散水パイプの散水孔が植物の根で閉塞される恐れがあった。

【解決手段】 水路1の全域に天然鉱物濾材24を水面WLより高くなるよう直接充填し、その充填高さを植栽すべき有用植物27、29の耐湿性に依じて変化させることにより、水路1全域で水質浄化機能の高い生育時期の異なる様々な有用植物または資源価値の高い同一の有用植物27または29を栽培すると共に、その有用植物27または29と天然鉱物濾材24とで効率よく安定した水質浄化を行うようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水路に有用植物を植栽して水質を浄化する水質浄化方法において、前記水路全域に天然鉱物濾材を水面より高くなるよう直接充填し、その充填高さを植栽すべき有用植物の耐湿性に応じて変化させることにより、前記水路全域に水質浄化機能の高い生育時期の異なる様々な有用植物を栽培することを特徴とする有用植物を用いた水質浄化方法。

【請求項 2】 水路に有用植物を植栽して水質を浄化する水質浄化方法において、前記水路を上流側から下流側に向って漸次水深が深くなる複数の区画水域に区分し、該区画水域のそれぞれに天然鉱物濾材を充填すると共に、該天然鉱物濾材には、前記各区画水域ごとに生育時期が異なり且つ各区画水域の水深に応じた長さに毛状根が繁茂する複数の有用植物を植栽することにより、前記天然鉱物濾材を介して前記各区画水域の植栽有用植物群の毛状根を水路の流水に効率よく接触させることを特徴とする有用植物を用いた水質浄化方法。

【請求項 3】 水路に有用植物を植栽して水質を浄化する水質浄化装置において、前記水路を上流側から下流側に向って漸次水深が深くなるように区分した複数の区画水域と、該区画水域のそれぞれに充填した天然鉱物濾材とからなり、前記天然鉱物濾材には、前記各区画水域ごとに生育時期が異なり且つ各区画水域の水深に応じた長さに毛状根が繁茂する複数の有用植物を植栽してなることを特徴とする有用植物を用いた水質浄化装置。

【請求項 4】 区画水域は、植物栽培床形成用の上流側水域と中間水域と下流側水域とからなっており、上流側水域の水深が最も浅く、下流側水域の水深が最も深く形成され、上流側水域と中間水域の前半には陽イオン吸着能が高い天然鉱物濾材が充填され、且つ、中間水域の後半と下流側水域にはリン酸吸着能が高い天然鉱物濾材が充填され、前記上流側水域の天然鉱物濾材には陸生植物が、且つ、前記下流側水域の天然鉱物濾材には水生植物が植栽されていることを特徴とする請求項 3 記載の有用植物を用いた水質浄化装置。

【請求項 5】 水路は、天然鉱物濾材の充填層にリンなどの不足養分や微量元素を補填するための養分補填手段を備えていることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 記載の有用植物を用いた水質浄化装置。

【請求項 6】 上流側水域は、水路の最上流側に区分されて流入水を受け入れる受水域にフィルターを介して連通し、その受水域には、天然鉱物濾材が充填されて有用植物を植栽する通気・通水性の植生用カセットが着脱可能に設置され、その下部に汚泥貯留槽部を有していることを特徴とする請求項 4 記載の有用植物を用いた水質浄化装置。

【請求項 7】 各区画水域の天然鉱物濾材は、水面よりも高く充填されていることを特徴とする請求項 3、請求項 4、請求項 6 のうちのいずれか 1 項記載の有用植物を

用いた水質浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、有用植物と天然鉱物濾材とを組合せて用いたバイオジオフィルタ水路（以下、BGF水路という）によって水質を浄化する資源循環型の水質浄化方法及びその装置に関するものである。

【0002】

10 【従来技術】従来から、植物を利用した様々な水質浄化方法および水質浄化装置が提供されており、その殆どは、植物として、主にホテイアオイやヨシ等の水生植物を利用しているが、この種の水生植物の場合、収穫バイオマスの有効利用が難しく、あまり普及しなかった。

【0003】一方、陸生植物を利用可能な水質浄化技術として、例えば、特開平 6 - 2 1 8 3 8 8 号公報に開示された排水浄化式水路がある。この排水浄化式水路は、一般排水路に第 2 水路を隣設し、この第 2 水路が、生活雑排水受入升、植生浄化水路および一般水路への浄化水排出柵を一単位として連設した構成とし、且つ、前記植生浄化水路が培地を装填した槽からなり、この槽内培地の上面に生活雑排水升からの排水を散水するパイプを施設すると共に、そのパイプの上方に植物植栽用の植栽床を形成したものである。

20 【0004】ここで、前記槽内培地は、上下 2 層の積層培地からなり、その上層培地はゼオライト 6 0 %、ピートモス 1 0 %、浮石 3 0 % の混合粒状素材からなり、下層培地としては高分子素材からなるスパイラルネット、発泡体が用いられている。そして、閉塞系多孔質に富む浮石等の培地材料を用いることにより、通気性と通水性が確保され好気性、嫌気性微生物のすみ分け増殖ができるというものである。

【0005】

30 【発明が解決しようとする課題】従来の排水浄化式水路は以上のように構成されているので、一般水路に第 2 水路を隣設しなければならず水路構成が複雑化すると共に散水パイプを必要とし、しかも、散水パイプの上方に植栽床を形成していることにより、その植栽床に植栽した植物の毛状根が散水パイプの散水孔に侵入して該散水孔を閉塞する可能性が大きく、また、槽内培地の積層作業が煩雑になるなどの課題があった。

40 【0006】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、散水パイプを必要とせず、また、異なった素材の培地を積層することもなく、水路構成が簡単で既設水路にも容易に適応できると共に、水面を光遮断状態に維持して藻類の発生を防止できる構成とした同一水路全域で付加価値の高い同一の有用植物を多量に効率よく栽培でき、それを纏めて回収可能な、有用植物を用いた水質浄化方法を得ることを目的とする。

50 【0007】また、この発明は、生育時期の異なった有

用植物を植栽し、その有用植物の毛状根を水路の流水部位全域で繁茂可能な水路構成とすることにより、成熟した有用植物を収穫しても未だ成熟していない他の有用植物の毛状根と天然鉱物濾材とによって、流水中の窒素・リンを効率よく除去でき、年間を通して安定した水質浄化を行うことができる信頼性の高い、有用植物を用いた水質浄化方法及びその装置を得ることを目的とする。

【0008】さらに、この発明は、毛状根が水中深くまで伸びない陸生植物と、毛状根が水中深くまで伸長する水生植物とを植栽するものでありながら、それらの毛状根を水路の流水部位全域で流水に効率よく接触させることができ、効率的で安定した、有用植物を用いた水質浄化方法及びその装置を得ることを目的とする。

【0009】さらに、この発明は、窒素濃度に比してリン濃度が著しく低い汚染地下水や河川水等の流入水（被処理水）であっても、不足分の養分や微量元素を補填することにより有用植物が旺盛に生育し、窒素を高率よく吸収除去することができる、有用植物を用いた水質浄化装置を得ることを目的とする。

【0010】さらに、この発明は、水路の最上流側に流入した被処理水中の懸濁物質が水路の下流側に流入するのを防止できて、水路に充填された天然鉱物濾材が長期間使用によっても目詰まりするようなことがなく、高い水質浄化機能を発揮させることができる、有用植物を用いた水質浄化装置を得ることを目的とする。

【0011】さらに、この発明は、水路の最上流側では、浄化対象汚水の有機物濃度に応じた有用植物を選択して容易に適用できる、有用植物を用いた水質浄化装置を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明に係る水質浄化方法は、水路に有用植物を植栽して水質を浄化する水質浄化方法において、前記水路全域に天然鉱物濾材を水面より高くなるよう直接充填し、その充填高さを植栽すべき有用植物の耐湿性に応じて変化させることにより、前記水路全域に水質浄化機能の高い生育時期の異なる様々な有用植物を栽培するものである。

【0013】この発明に係る水質浄化方法は、水路に有用植物を植栽して水質を浄化する水質浄化方法において、前記水路を上流側から下流側に向って漸次水深が深くなる複数の区画水域に区分し、該区画水域のそれぞれに天然鉱物濾材を充填すると共に、該天然鉱物濾材には、前記各区画水域ごとに生育時期が異なり且つ各区画水域の水深に応じた長さに毛状根が繁茂する複数の有用植物を植栽することにより、前記天然鉱物濾材を介して前記各区画水域の植栽有用植物群の毛状根を水路の流水に効率よく接触させるものである。

【0014】この発明に係る水質浄化装置は、水路に有用植物を植栽して水質を浄化する水質浄化装置において、前記水路を上流側から下流側に向って漸次水深が深

くなるように区分した複数の区画水域と、該区画水域のそれぞれに充填した天然鉱物濾材とからなり、前記天然鉱物濾材には、前記各区画水域ごとに生育時期が異なり且つ各区画水域の水深に応じた長さに毛状根が繁茂する複数の有用植物を植栽してなるものである。

【0015】この発明に係る水質浄化装置の区画水域は、植物栽培床形成用の上流側水域と中間水域と下流側水域とからなっており、上流側水域の水深が最も浅く、下流側水域の水深が最も深く形成され、上流側水域と中間水域の前半には陽イオン吸着能が高い天然鉱物濾材が充填され、且つ、中間水域の後半と下流側水域にはリン酸吸着能が高い天然鉱物濾材が充填され、前記上流側水域の天然鉱物濾材には陸生植物が、且つ、前記下流側水域の天然鉱物濾材には水生植物が植栽されているものである。

【0016】この発明に係る水質浄化装置は、天然鉱物濾材の充填層にリンなどの不足養分や微量元素を補填するための養分補填手段を備えているものである。

【0017】この発明に係る水質浄化装置の上流側水域は、水路の最上流側に区分されて流入水を受け入れる受水域にフィルターを介して連通し、その受水域には、天然鉱物濾材が充填されて有用植物を植栽する通気・通水性の植生用カセットが着脱可能に設置され、その下部に汚泥貯留槽部を有しているものである。

【0018】この発明に係る水質浄化装置は、各区画水域の天然鉱物濾材を水面よりも高く充填したものである。

【0019】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1による水質浄化装置を示す断面図、図2は図1中の天然鉱物濾材の充填高さを有用植物の耐湿性に応じて変化させた状態の水質浄化装置を示す断面図である。図において、1はBGF水路であり、このBGF水路1は、上流側から下流側に向って4つの区画水域2, 3, 4, 5に区分されている。さらに詳述すると、前記BGF水路1は、合併処理浄化槽（図示せず）による二次処理水や地下水等の被処理水を流入管6から導入する最上流側の受水域2と、この受水域2から下流側に向って植物栽培床形成用の上流側水域3と中間水域4と下流側水域5とに区画されているものである。

【0020】7は受水域2と後続の上流側水域3との境界部に配置された越流堰であり、この越流堰7は水面WLよりも高く立ち上がり、その下端とBGF水路1の底壁との間には通水部となる間隙が設けられている。8は越流堰7の近傍で上流側水域3の底壁から立ち上がって前記越流堰7に離間平行する上流側パンチ板堰、9はその上流側パンチ板堰8と前記越流堰7との間に着脱可能に装着されたカートリッジ式のフィルタ9であり、このフィルタ9は、受水域2から後続の上流側水域3に向って流れる被処理水中の懸濁物質を濾過除去し、その懸濁

10

20

30

40

50

物質が前記上流側水域 3 に流入するのを防止する。

【 0 0 2 1 】 1 0 は前記受水域 2 を上下に仕切って後述する植生用カセット 1 5 を支持するカセット支持部材であり、このカセット支持部材 1 0 は取り外し可能な目の粗いパンチ板からなっており、その下部は、流入管 6 から受水域 2 に流入した被処理水中の懸濁物質を溜める汚泥貯留槽部 3 0 として構成されている。即ち、受水域 2 に流入した被処理水中の懸濁物質は、前記カセット支持部材 1 0 のパンチ孔を通して汚泥貯留槽部 3 0 に溜るようになっている。なお、前記カセット支持部材 1 0 は、

パンチ板に限らず、植生用カセット 1 5 を受水域 2 に吊り下げる吊り下げ部材や植生用カセット 1 5 を嵌め込み保持させる支持部材等であってもよい。

【 0 0 2 2 】 3 0 a は前記汚泥貯留槽部 3 0 の底面に勾配を持たせて前記フィルタ 9 と反対方向に下降傾斜させた傾斜底部、 1 1 はその傾斜底部 3 0 a の下降端部で汚泥貯留槽部 3 0 に接続した沈殿物排出管、 1 2 はその沈殿物排出管 1 1 に設けられたバルブであり、このバルブ 1 2 を開くことにより、前記汚泥貯留槽部 3 0 の傾斜底部 3 0 a 上に溜った懸濁物質を沈殿物排出管 1 1 から系

外に排出除去できるようになっている。

【 0 0 2 3 】 1 3 は上流側水域 3 と中間水域 4 との間に設けられた中間堰、 1 4 は中間水域 4 と下流側水域 5 との間に設けられた中間堰であり、これらの中間堰 1 3 , 1 4 によって上流側水域 3 と中間水域 4 と下流側水域 5 とが区画形成されている。なお、受水域 2 と上流側水域 3 とは、前記越流堰 7 と上流側パンチ板堰 8 とフィルタ 9 とで区画されている。

【 0 0 2 4 】 1 5 は前記カセット支持部材 1 0 上に着脱可能に設置された植生用カセットであり、この植生用カセット 1 5 は通気性および通水性を有するもので、図示のものは、網籠 1 5 a 内に天然鉱物濾材 (図示せず) を充填した構成となっている。

【 0 0 2 5 】 図 1 において、 2 6 a は前記網籠 1 5 a 内の天然鉱物濾材に植栽した有用植物であり、この有用植物は、ケフナ・トマトなどの付加価値が高い陸生植物である。図 2 において、 2 6 b は前記網籠 1 5 a 内の天然鉱物濾材に植栽した有用植物であり、この有用植物はパピルスなどの水生植物である。即ち、植生用カセット 1 5 には、受水域 2 に流入する浄化対象汚水の有機物濃度が高い場合に水生植物を栽培し、有機物を殆ど含まない浄化対象汚水の場合に利用価値の高い陸生植物を栽培するものである。

【 0 0 2 6 】 1 6 は上流側水域 3 の中間部に配置された阻流板、 1 7 は中間水域 4 の中間部に配置された阻流板、 1 8 は下流側水域 5 の中間部に配置された阻流板であり、これらの阻流板 1 6 , 1 7 , 1 8 の下端と各水域 3 , 4 , 5 の底壁との間には通水部となる間隙が設けられ、 B G F 水路 1 の上流側から下流側に向かって図中矢印方向の水流が得られるようになっている。 1 9 は下流側

水域 5 から浄化水を流出させる流出口、 2 0 は下流側水域 5 における前記流出口 1 9 の近傍に配置された下流側パンチ板、 2 1 , 2 2 , 2 3 は前記各水域 3 , 4 , 5 のそれぞれの底部に接続したバルブ付の水抜き管であり、これらによって、前記各水域 3 , 4 , 5 ごとに水抜きできるようになっている。

【 0 0 2 7 】 2 4 は B G F 水路 1 の前記各水域 3 , 4 , 5 に直接充填した天然鉱物濾材であり、この天然鉱物濾材 2 4 としては、陽イオン吸着能が高いゼオライトまたはリン酸吸着能が高い鹿沼土あるいはゼオライトと鹿沼土の混合物が用いられる。かかる天然鉱物濾材 2 4 は水面 W L よりも高く充填されるもので、その充填高さ (水面 W L からの天然鉱物濾材 2 4 の高さ) を植栽すべき有用植物の耐湿性に依りて変化させることにより、前記 B G F 水路 1 の全域 (水域 3 , 4 , 5) に水質浄化機能の高い生育時期の異なる有用植物 2 7 , 2 9 (図 1 , 図 2 参照) を栽培するものである。即ち、 B G F 水路 1 で栽培する有用植物がケフナ・トマトなどの陸生植物 2 7 (図 1 参照) の場合には、天然鉱物濾材 2 4 を水面 W L より 1 0 ~ 2 0 cm 高くなるように充填し、前記有用植物がパピルスなどの水生植物 2 9 (図 2 参照) の場合には、天然鉱物濾材 2 4 を水面 W L より 3 ~ 5 cm 高くなるように充填する。

【 0 0 2 8 】 次に、上記実施の形態 1 による水質浄化装置の動作説明を兼ねた水質浄化方法について説明する。流入管 6 から B G F 水路 1 の最上流側 (受水域 2) に流入する被処理水が有機物を殆ど含んでいない場合には、図 1 に示すように、利用価値の高いケフナ・トマト等の陸生植物 2 6 a が植栽された植生用カセット 1 5 を受水域 2 内のカセット支持部材 1 0 上に設置すると共に、その植生用カセット 1 5 の陸生植物 2 6 a と同一の陸生植物 2 7 を B G F 水路 1 で栽培すべく、この B G F 水路 1 には天然鉱物濾材 2 4 を水面 W L より 1 0 ~ 2 0 cm 高くなるように直接充填し、前記 B G F 水路 1 の全域で同一の陸生植物 2 7 を栽培する。

【 0 0 2 9 】 その栽培中において、流入管 6 から受水域 2 に流入した被処理水 (合併処理浄化槽による生活排水の二次処理水や地下水等) によって植生用カセット 1 5 の下部が浸漬されることにより、その植生用カセット 1 5 の陸生植物 2 6 a が被処理水中の窒素・リンを吸収して生育する。また、受水域 2 では、被処理水中の懸濁物質が汚泥貯留槽部 3 0 の傾斜底部 3 0 a 上に沈降し、その汚泥貯留槽部 3 0 に溜った懸濁物質は、時期を見計らって沈殿物排出管 1 1 から系外に排出除去される。

【 0 0 3 0 】 さらに、前記受水域 2 では、植生用カセット 1 5 の充填天然鉱物濾材と陸生植物 2 6 a とによって、ある程度浄化された被処理水が上流側水域 3 に向かって流れるが、この際、その被処理水中に含まれた懸濁物質は、フィルタ 9 で濾過除去されることにより、後続の上流側水域 3 に流入することはなく、このため、 B G F

水路1に充填された天然鉱物濾材24が懸濁物質で目詰まりするようなことがなくなる。

【0031】このようにして、受水域2からフィルタ9を介して後続の上流側水域3に流入した被処理水は、中間水域4を通過して下流側水域5へと流れるが、その流れは、上流側の阻流板16と第1の中間堰13および中間の阻流板17と第2の中間堰14ならびに下流側の阻流板18とによって、図1中に矢印で示す上下方向の蛇行流となる。このため、BGF水路1を流れる被処理水は、水面WL付近だけの流れとはならず、天然鉱物濾材24に対する効果的な流れとなって、天然鉱物濾材24が被処理水中の窒素・リンを効率よく吸着する。また、上述のように、被処理水が上下方向の蛇行流となることにより、毛状根が水中深くまで伸びない陸生植物27であっても、その毛状根が前記被処理水に効率よく接触して被処理水中の窒素・リンを吸収することとなり、陸生植物27の生育が旺盛となる。従って、図1では、陸生植物27と天然鉱物濾材24とによって、BGF水路1の全域で被処理水を効率よく浄化できると共に、付加価値の高い同一の陸生植物27を効率よく多量に栽培でき、それを纏めて回収することができる。

【0032】図2は図1と同一のBGF水路1で水生植物29を栽培する場合である。この場合、植生用カセット15は水生植物26bが植栽されたものとし、BGF水路1に直接充填された天然鉱物濾材24は、その充填高さが、栽培すべき水生植物29に対応して水面WLより3～5cm高くなるように設定して、植生用カセット15の水生植物26bと同一の水生植物29をBGF水路1の全域で栽培する。

【0033】このように、図1と同一のBGF水路1の全域で栽培する水生植物29は、毛状根が水中深くまで伸長するので、BGF水路1における被処理水の流水部位全域で水生植物29の毛状根が繁茂し、その毛状根と被処理水との接触効率が非常に高くなり、被処理水中の窒素・リンを前記毛状根が効率よく吸収して水生植物29の生育が旺盛となる。また、BGF水路1の全域に充填された天然鉱物濾材24によっても被処理水中の窒素・リンが効率よく吸着されることにより、水生植物29の生育が一層旺盛になると共に、その水生植物29と天然鉱物濾材24とによってBGF水路1の全域で被処理水が効率よく浄化されることにより、高い水質浄化機能を発揮させることができる。従って、図2では、図1と同一のBGF水路1の全域で同一の水生植物29を効率よく多量に栽培でき、それを纏めて回収できると共に、水質浄化機能が高くなる。また、上述のように、植生用カセット15およびBGF水路1の全域で栽培する水生植物29は、浄化対象汚水の有機物濃度が高い場合に特に有効である。

【0034】以上説明した実施の形態1によれば、BGF水路1の最上流側受水域2を除く全域に天然鉱物濾材

24を直接充填したので、その直接充填によって、網籠等の濾材充填用部材(カセット)を必要とせずに植物栽培床を容易に形成でき、コスト低減が図れると共に、網籠等を必要としない植物栽培床では、この床面積全体で有用植物を効率よく栽培できるという効果がある。しかも、前記天然鉱物濾材24はBGF水路1の水面WLよりも高く充填し、その充填高さを植栽すべき有用植物(陸生植物26や水生植物29)の耐湿性に依りて変化させることにより、同一のBGF水路1で水質浄化機能が高く且つ生育時期が異なる様々な有用植物を栽培するようにしたので、同一のBGF水路1で付加価値の高い同一の有用植物を効率よく多量に栽培でき、それを纏めて回収できるという効果がある。また、上述のように、BGF水路1の全域に天然鉱物濾材24を水面WLよりも高く充填したことにより、水面WLを天然鉱物濾材24で光遮断状態に維持できて藻類の発生を防止できるという効果がある。

【0035】実施の形態2・図3はこの発明の実施の形態2による水質浄化装置を示す断面図であり、図1および図2と同一または相当部分には同一符号を付して説明する。この実施の形態2では、まず、BGF水路1を上流側から下流側に向って漸次水深が深くなるように構成したものである。即ち、BGF水路1の水深は、上流側水域3が最も浅く、中間水域4が上流側水域3よりも深く、且つ、下流側水域5が最も深くなるように形成したものである。

【0036】また、この実施の形態2(図3)においては、上流水域3と中間水域4の前半に天然鉱物濾材24を直接充填しており、この天然鉱物濾材24としては、例えば、粒径が6～12mmで陽イオン吸着能が高いゼオライトが用いられ、このゼオライト24は、水面WLよりも高く充填されている。さらに、中間水域4の後半と下流側水域5とは天然鉱物濾材25を充填しており、この天然鉱物濾材25としては、例えば、粒径が3～6mmでリン酸吸着能が高い鹿沼土が用いられている。これらの天然鉱物濾材24、25は、陸生植物27、28を栽培する水域では、水面WLより10～20cm、水生植物29を栽培する水域では、水面WLより3～5cm高くなるように充填されている。

【0037】そして、前記天然鉱物濾材24、25には、各区画水域(上流側水域3、中間水域4、下流側水域5)の水深に応じた長さで毛状根が繁茂し且つ生育時期の異なる有用植物27、28、29を植栽する。ここで、病害虫に強く、生育時期の異なる有用植物27、28、29を前記各水域3、4、5ごとに混植すると、年間を通して高い水質浄化機能を安定して発揮させることができる。

【0038】この場合の有用植物として、上流側水域3と中間水域4に充填された天然鉱物濾材24、25には、それらの水域3、4の水深に応じた長さで毛状根が

繁茂する複数の陸生植物 2 7 , 2 8 を植栽し、下流側水域 5 に充填された天然鉱物濾材 2 5 には、その下流側水域 5 の水深に応じた長さにも毛状根が繁茂する複数の水生植物 2 9 を植栽する。

【 0 0 3 9 】図 3 において、3 1 は B G F 水路 1 の上方に配置された不足養分点滴パイプであり、この不足養分点滴パイプ 3 1 は養分補填ポンプ（図 3 では図示せず）に接続されているもので、B G F 水路 1 の天然鉱物濾材 2 4 にリン酸などの不足養分や微量元素を点滴補填するための養分補填手段を構成している。即ち、窒素濃度に比してリン濃度が著しく低い汚染地下水や河川水等の被処理水を浄化する場合に、前記養分補填ポンプを起動させて不足養分点滴パイプ 3 1 から天然鉱物濾材 2 4 に不足分のリン酸を点滴補填することにより、有用植物の生育を旺盛にして窒素を効率よく吸収除去することができる。

【 0 0 4 0 】次に、実験に基づく前記 B G F 水路 1 の異なる具体例について詳述すると、B G F 水路 1 は、全長が 1 5 ~ 2 0 m、幅が 6 0 ~ 1 0 0 cm、上流側水域 3 の水深が 5 ~ 1 0 cm、中間水域 4 の水深が 1 0 ~ 2 0 cm、下流側水域の水深が 2 0 ~ 2 5 cm の寸法構成とした。

【 0 0 4 1 】そして、上流側水域 3 と中間水域 4 の前半には、天然鉱物濾材として、粒径が 6 ~ 1 2 mm のゼオライト（天然鉱物濾材 2 4 ）を水面 W L から 1 0 ~ 2 0 cm 高く充填し、そのゼオライト層には有用植物として複数の陸生植物 2 7 , 2 8 を植栽した。ここで、上流側水域 3 のゼオライト層に植栽する陸生植物 2 7 は、窒素濃度が高くないと生育が悪い陸生植物である。この陸生植物としては、トマト・モロヘイヤ・シュンギク・葉ダイコン等の野菜類が挙げられる。また、中間水域 4 のゼオライト層、鹿沼土（天然鉱物濾材 2 5 ）層に植栽する陸生植物 2 8 は、窒素濃度が数 mgL^{-1} でも十分に生育する陸生植物である。この陸生植物としては、例えば、バジル・オーデコロンミント・ペパーミント・パイナップルセージ等のハーブ類及び青ジソ・キヌサヤエンドウ・サトイモ・マリーゴールド（花）などが挙げられる。

【 0 0 4 2 】また、下流水域 5 には、天然鉱物濾材として、粒径が 3 ~ 6 mm の鹿沼土 2 5 を水面 W L から 3 ~ 5 cm 高く充填し、その鹿沼土 2 5 層には窒素濃度が 1mgL^{-1} 以下でも窒素吸収能が高い水生植物を植栽した。この水生植物としては、例えば、セリ・カラー・パピルスなどが挙げられる。さらに、受水域 2 には、網籠 1 5 a 内にゼオライトを充填して該ゼオライト層には、夏期にトマトを、冬期にフダンソウなどの陸生植物 2 6 a を植栽して成る植生用カセット 1 5 を設置した。

【 0 0 4 3 】次に、上記構成の B G F 水路 1 による水質

浄化方法および水質浄化装置の動作について説明する。合併処理浄化槽による生活排水の二次処理水や地下水等の被処理水が流入管 6 から B G F 水路 1 の最上流側の受水域 2 に流入すると、上記実施の形態 1 の場合と同様に、その流入水で植生用カセット 1 5 の下部が浸漬され、植生用カセット 1 5 の陸生植物 2 6 a が毛状根から流入水中の窒素・リンを吸収して生育する。また、流入水中の懸濁物質は、受水域 2 の下部の汚泥貯留槽部 3 0 に沈降する。その汚泥貯留槽部 3 0 に溜った懸濁物質は、実施の形態 1 の場合と同様に時期を見計らって沈泥部排出管 1 1 から排出除去される。

【 0 0 4 4 】このように、受水域 2 で植生用カセット 1 5 の充填濾材と陸生植物 2 6 a とにより、ある程度浄化された流入水は上流側水域 3 に向う際にフィルタ 9 で懸濁物質が濾過される。このため、前記受水域 2 の汚泥貯留槽部 3 0 に沈降した懸濁物質が次の上流側水域 3 に流入するようなことはなく、上流側水域 3 および中間水域 4 において、懸濁物質による天然鉱物濾材 2 4 , 2 5 の目詰まりを防止できる。

【 0 0 4 5 】また、上流側水域 3 と中間水域 4 と下流側水域 5 では、阻流板 1 6 と堰 1 3 および阻流板 1 7 と堰 1 4 ならびに阻流板 1 8 とによって、被処理水は図中矢印方向の蛇行流となる。このため、B G F 水路 1 を流れる被処理水は、水面 W L 付近だけの流れとはならず、天然鉱物濾材 2 4 , 2 5 に対する効果的な流れとなつて、天然鉱物濾材 2 4 , 2 5 が被処理水中の窒素・リンを効率よく吸着する。また、上述のように、被処理水が上下方向の蛇行流となることにより、毛状根が水中深くまで伸びない陸生植物 2 7 であっても、その毛状根が前記被処理水に効率よく接触して被処理水中の窒素を吸収することとなり、陸生植物 2 7 の生育が旺盛となる。

【 0 0 4 6 】そして、上流側水域 3 と中間水域 4 および下流側水域 5 では、それらの水域に植栽した陸生植物 2 7 , 2 8 および水生植物 2 9 のそれぞれの毛状根が前記各水域 3 , 4 , 5 のそれぞれの水深に応じた長さにも生育することによって、流水域全体に前記毛状根が繁茂する。このため、前記有用植物 2 7 , 2 8 , 2 9 の毛状根によって、流水中の窒素・リン等が効率よく吸収されると共に、流水域全体に天然鉱物濾材 2 4 , 2 5 が充填されていることにより、それらの天然鉱物濾材 2 4 , 2 5 によって流水中の窒素・リンも効率よく吸着され、流出口 1 9 からの流出水は、窒素・リンが効率よく除去された浄化水として排出される。

【 0 0 4 7 】以上において、年間を通じた実験による窒素・リンの除去成績を表 1 に示す。

【表 1】

項目		流入水		流出水		除去率 (%)
		平均濃度 (Ld ⁻¹)	平均 負荷量 (gm ^{-2d⁻¹})	平均濃度 (mgL ⁻¹)	平均 除去速度 (gm ^{-2d⁻¹})	
夏期	全窒素	25.25	1.27	0.32	1.26	99.2
	全リン	6.79	0.34	0.33	0.33	97.1
年間	全窒素	14.55	0.75	1.37	0.69	92.0
	全リン	5.16	0.27	0.57	0.25	92.6

【 0 0 4 8 】表 1 から明らかなように、この発明の上記実施の形態 2 による B G F 水路 1 によれば、夏期には流入水に含まれた全窒素の 9 9 . 2 % および全リンの 9 7 . 1 % を除去できることが判明した。また、流出水の重金属濃度は、表に示していないが、水道水の水質基準の 1 / 5 ~ 1 / 1 0 と極めて低く、このため、夏期の B G F 水路からの流出水は、水道原水等の水資源として循環利用できることが明らかとなった。

【 0 0 4 9 】なお、上記実施の形態 2 による B G F 水路 1 では、陸生植物・水生植物の両方に鹿沼土・ゼオライトを使用可能であるが、上流側に鹿沼土を使ったのは、この鹿沼土によるリン吸収効率が高いことにより、下流側の植物が十分に育たなくなることもある。このため、植生用カセット 1 5 と上流側水域 3 および中間水域 4 の前半にゼオライト 2 4 を充填し、中間水域 4 の後半と下流側水域 5 には鹿沼土を充填した。これにより、陸生植物および水生植物のそれぞれが良好に生育した。

【 0 0 5 0 】また、上記実施の形態 2 においては、流入水の窒素とリンの比率に応じて鹿沼土・ゼオライト等の天然鉱物濾材の長さを変化させることが好ましい。即ち、B G F 水路 1 の中間水域 4 の後半と下流側水域 5 に充填する鹿沼土等リン吸着濾材の充填長さを変化させることにより、窒素・リンの効率的除去を図ることができる。例えば、流入水の N / P 比が 1 ~ 3 (P = 1 に対して N = 3) の場合は、ゼオライト濾材とリン吸着濾材充填水路の長さを 1 : 1 とする。また、N / P 比が 3 ~ 7 の場合は、植物による窒素とリンの吸収がバランスよく行われるので、充填濾材をゼオライト主体として鹿沼土を不要化してもよい。さらに、N / P 比が 1 以下の場合は、植物だけではリンを吸収除去できないので、鹿沼土などのリン吸着濾材を主体とすることが好ましい。なお、N / P 比が 7 以上の場合は、リン欠乏により植物の生育が抑制されるので、この場合は、く溶性リン酸肥料をゼオライト濾材に適量混合したり、不足養分点滴パイプ 3 1 などで不足分のリン酸を補填することにより、植物の生育促進を図ることができる。

【 0 0 5 1 】さらに、上記実施の形態 2 による B G F 水路 1 において、陸生植物 2 7 , 2 8 栽培部位の濾材 (ゼオライト) 充填高さを水面 W L よりも 1 0 ~ 2 0 c m 高

くした理由は、曝気を必要とせずに陸生植物を旺盛に生育させることにある。また、水生植物 2 9 の栽培部位においても、濾材 (鹿沼土) の充填高さを水面 W L よりも 3 ~ 5 c m 高くした理由は、水面 W L に光が入らないようにして藻類の発生を防止することにある。

【 0 0 5 2 】さらに、上記実施の形態 2 による B G F 水路 1 では、各水域 3 , 4 , 5 ごとに生育時期が異なる植物を年間を通して植栽することとする。これにより、成熟した植物を収穫しても、未だ収穫時期に達していない他の植物によって、流入水の窒素・リンの吸収除去を行うことができる。

【 0 0 5 3 】実施の形態 3 . 図 4 はこの発明の実施の形態 3 による水質浄化装置を示す概略構成図である。この実施の形態 3 では、上記実施の形態 1 または実施の形態 2 と同一構成の B G F 水路 1 を離間平行状態の 2 連配置としたものである。この場合、平行する 2 つの B G F 水路 1 は、それぞれの水路での栽培植物が日陰にならない間隔に配置することが好ましく、例えば、栽培植物の最大草丈と同じ間隔に配置する。これにより、植物の生育促進を図ることができる。なお、図 4 には不足養分点滴パイプ 3 1 と養分補填ポンプ 3 2 を示したが、この実施の形態 3 におけるその他の構成は図 3 と同一のため、同一部分または相当部分には同一符号を付して重複説明を省略した。

【 0 0 5 4 】実施の形態 4 . 図 5 はこの発明の実施の形態 4 による水質浄化装置を示す概略構成図である。この実施の形態 4 では、上記実施の形態 1 または実施の形態 2 と同一構成の B G F 水路 1 の組み合わせ配置数を増やしたものである。この実施の形態 4 の場合も上記実施の形態 3 と同様の効果が得られると共に、その組合せ平面形状を任意に変化させることによって環境美化を図ることができる。なお、図 5 において、図 3 および図 4 と同一または相当部分には同一符号を付して重複説明を省略した。

【 0 0 5 5 】以上説明した実施の形態 2 ~ 実施の形態 4 による B G F 水路 1 は、窒素濃度が高い地下水や河川水を浄化して飲料水とする際の前処理に活用でき、この浄化水を膜濾過し且つ殺菌処理することによって、地下水や河川水を弊害のない飲料水とすることができる。

【0056】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、水路全域に天然鉱物濾材を水面より高くなるよう直接充填し、その充填高さを植栽すべき有用植物の耐湿性に応じて変化させることにより、前記水路全域に水質浄化機能の高い生育時期の異なる様々な有用植物を栽培するようにしたので、前記天然鉱物濾材の直接充填によって、網籠等の濾材充填用部材（カセット）を必要とせずに植物栽培床を容易に形成でき、コスト低減が図れると共に、網籠等を必要としない植物栽培床では、この床面積全体を植物栽培に有効活用できて有用植物を効率よく栽培でき、その有用植物と天然鉱物濾材とによって被処理水を効率よく浄化できるという効果がある。しかも、上述のように、天然鉱物濾材の充填高さを植栽すべき有用植物の耐湿性に応じて変化させることにより、同一の水路で水質浄化機能が高く且つ生育時期が異なる様々な有用植物または資源価値の高い同一の有用植物を効率よく多量に栽培でき、それを纏めて回収できるという効果がある。さらには、水面よりも高く充填された天然鉱物濾材によって水面を光遮断状態に維持できるため、藻類の発生を防止できるという効果がある。

【0057】この発明によれば、水路を上流側から下流側に向って漸次水深が深くなる複数の区画水域に区分し、該区画水域のそれぞれに天然鉱物濾材を充填すると共に、該天然鉱物濾材には、前記各区画水域ごとに生育時期が異なり且つ各区画水域の水深に応じた長さの毛状根が繁茂する有用植物を植栽するので、各区画水域の流入水域全域で有用植物の毛状根と流水を効率的に接触させることができ、有用植物の養分吸収機能（窒素・リンなどの吸収機能）および天然鉱物濾材による窒素・リン吸着機能が向上すると共に、成熟した植物を収穫しても他の未成熟植物による養分吸収によって安定した水質浄化を行うことができるという効果がある。

【0058】この発明によれば、水路を、水深の最も浅い上流側水域と、この上流側水域よりも水深が深い中間水域と、水深の最も深い下流側水域とに区分し、上流側水域と中間水域の前半に陽イオン吸着能が高い天然鉱物濾材を充填して陸生植物を植栽し、且つ、中間水域の後半と下流側水域にはリン酸吸着能が高い天然鉱物濾材を充填して陸生植物や水生植物を植栽する構成としたので、毛状根が水中深くまで伸びない陸生植物と毛状根が水中深くまで伸長する水生植物とを併用するものでありながら、前記各水域の水深全域で毛状根を流水に効率よく接触させることができ、このため、効率的で安定した水質浄化を行うことができるという効果がある。

【0059】この発明によれば、水路の天然鉱物濾材充填層にリン酸などの不足養分を補填するための養分補填手段を備えている構成としたので、窒素濃度に比してリン濃度が著しく低い汚染地下水や河川水等の流入水（被処理水）であっても、この場合、前記養分補填手段から

不足分のリンを補填することにより、有用植物が旺盛に生育して窒素を高率よく吸収除去することができるという効果がある。

【0060】この発明によれば、水路の最上流側に流入水を受け入れる受水域を区分形成し、この受水域には、天然鉱物濾材が充填されて有用植物が植栽された植生用カセットを着脱可能に設置すると共に、前記受水域とこれに続く上流側水域との連通部にはフィルタを設ける構成としたので、流入水中の懸濁物質が前記受水域から前記上流側水域および後続の水域に流入するようなことがなく、このため、天然鉱物濾材を長期間使用しても当該濾材に目詰まりが生じるようなことがなく、上流側水域および中間水域ならびに下流水域での段階的浄化効率が向上するという効果がある。また、受水域における前記植生用カセットの下部に汚泥貯留槽部を有する構成としたので、その汚泥貯留槽部に懸濁物質を溜めて容易に取り除くことができるという効果がある。

【0061】この発明によれば、各区画水域における天然鉱物濾材の充填高さを水面よりも高くなるように構成したので、曝気を必要とせずに植物を旺盛に繁殖させることができると共に、水面が天然鉱物濾材で覆われて光が遮断されることにより、水面に藻類が発生するのを防止できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1による水質浄化装置を示す断面図である。

【図2】図1中の天然鉱物濾材の充填高さを有用植物の耐湿性に応じて変化させた状態の水質浄化装置を示す断面図である。

【図3】この発明の実施の形態2による水質浄化装置を示す断面図である。

【図4】この発明の実施の形態3による水質浄化装置を示す概略構成図である。

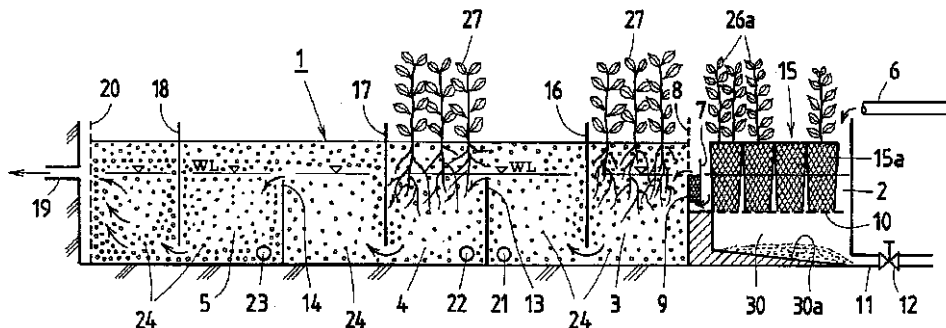
【図5】この発明の実施の形態4による水質浄化装置を示す概略構成図である。

【符号の説明】

- 1 BGF水路
- 2 受水域
- 3 上流側水域
- 4 中間水域
- 5 下流側水域
- 9 フィルタ
- 15 植生用カセット
- 24 陽イオン吸着能が高い天然鉱物濾材（ゼオライトなど）
- 25 リン酸吸着能が高い天然鉱物濾材（鹿沼土など）
- 26a, 27, 28 陸生植物（有用植物）
- 26b, 29 水生植物（有用植物）
- 30 汚泥貯留槽部
- 31 不足養分点滴パイプ（養分補填手段）

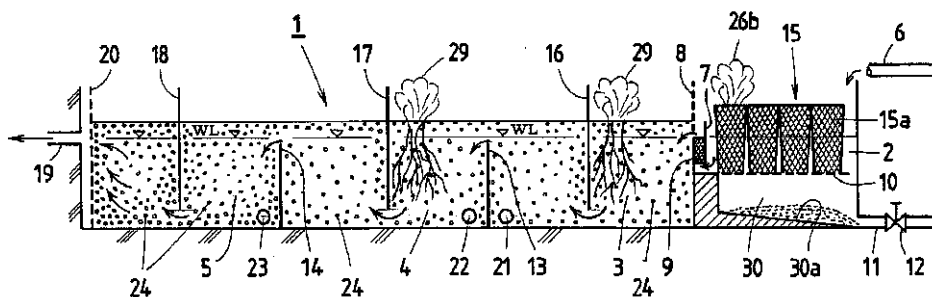
3 2 養分補填ポンプ (養分補填手段)

【 図 1 】



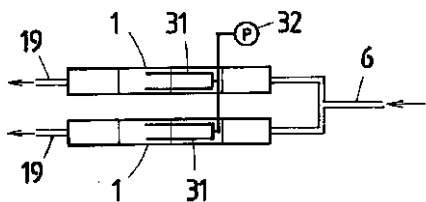
- 1 : BGF水路
- 2 : 受水域
- 3 : 上流側水域
- 4 : 中間水域
- 5 : 下流側水域
- 9 : フィルタ
- 15 : 植生用カセット
- 24 : 陽イオン吸着能が高い天然鉱物濾材 (ゼオライトなど)
- 26a : 有用植物 (陸生植物)
- 30 : 汚泥貯留槽部

【 図 2 】



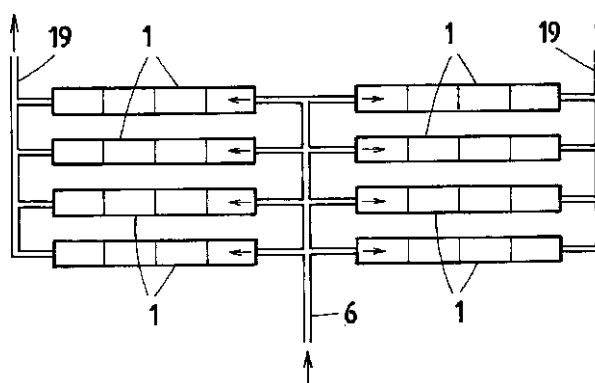
26b, 29 : 有用植物 (陸生植物)

【 図 4 】

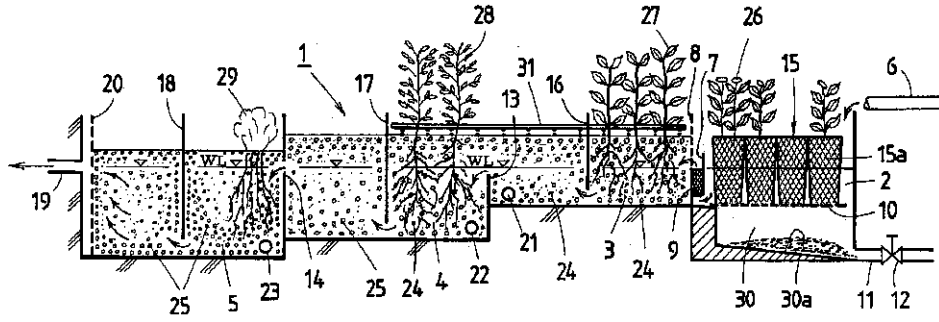


32 : 養分補填ポンプ (養分補填手段)

【 図 5 】



【 図 3 】



- 25 : リン酸吸着能が高い天然鉱物濾材 (鹿沼土など)
- 27、28 : 有用植物 (陸生植物)
- 31 : 不足養分点滴パイプ (養分補填手段)