

【問 2】環境科学	受験 番号	
-----------	----------	--

- (1) エコロジカル・フットプリント (EF) とバイオ・キャパシティ (BC) は、国別土地利用別に、以下の式で計算される。

$$EF \text{ (gha)} = \frac{\text{資源消費量 (t y}^{-1}\text{)}}{\text{資源生産力 (t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}\text{)}} \times \text{収量係数} \times \text{等価係数 (gha ha}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

$$BC \text{ (gha)} = \text{利用可能土地面積 (ha)} \times \text{収量係数} \times \text{等価係数 (gha ha}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

ここで、収量係数は世界平均資源生産力に対する国別資源生産力の比、等価係数は土地利用別面積 (ha) から世界平均資源生産力を持つ生態系の面積 (gha) への換算係数である。また国別 EF のオーバーシュート率を、次式で表すとする。

$$\text{オーバーシュート率} = \frac{\text{土地利用合計 EF (gha)}}{\text{土地利用合計 BC (gha)}} - 1 \quad (3)$$

これをふまえ、以下の問に答えなさい。

- (a) EF と BC は土地面積の単位で表すが、ヘクタール (ha) ではなくグローバルヘクタール (gha) という単位を用いる。その理由を説明しなさい。
- (b) 表 1 は日本、アメリカ、中国の 1 人あたり EF を示している。(ア)～(ウ)が示す国名を答えなさい。
- (c) 表 2 は日本、アメリカ、中国の 1 人あたり BC を示している。(エ)～(カ)が示す国名を答えなさい。
- (d) 土地利用合計 BC は、世界的に徐々に増加する傾向にある。その要因を、式(2)を引用しながら説明しなさい。
- (e) 生物資源利用を持続可能に転換するためには、式(3)のオーバーシュート率を低減する施策が必要である。炭素吸収地、耕作地、森林それぞれに対してどのような施策が有効かを、土地利用間の競合に留意し、また式(1)、(2)のどの項目を操作する施策かを明示しながら答えなさい。

表 1 3 か国の 1 人あたりエコロジカル・フットプリント (2017 年、単位：gha 人<sup>-1</sup>)

国	炭素吸収地	耕作地	漁場	森林	その他	合計
(ア)	5.74	0.94	0.14	0.83	0.37	8.04
(イ)	3.56	0.41	0.28	0.24	0.16	4.65
(ウ)	2.62	0.56	0.07	0.21	0.25	3.71

表 2 3 か国の 1 人あたりバイオ・キャパシティ (2017 年、単位：gha 人<sup>-1</sup>)

国	炭素吸収地	耕作地	漁場	森林	その他	合計
(エ)	0.00	1.28	0.33	1.51	0.33	3.45
(オ)	0.00	0.45	0.04	0.22	0.21	0.92
(カ)	0.00	0.08	0.10	0.34	0.07	0.59

以下に記入すること

(1)

(a)

--

(b)

(ア)	(イ)	(ウ)
-----	-----	-----

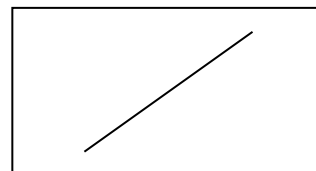
(c)

(エ)	(オ)	(カ)
-----	-----	-----

(d)

--

【裏面につづく】



以下に記入すること

(e)

炭素吸収地

耕作地

森林

---

以下に記入すること

---

【問 2】環境科学	受験 番号	
-----------	----------	--

(2) 以下の文章を読んで問に答えなさい。

光化学オキシダントは、自動車や事業所などから排出される ①窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) や、(ア) が ②大気中を輸送される過程で、紫外線を受けて光化学反応を起こすことで生成される ③二次汚染物質である。光化学オキシダントの主成分であるオゾン ( $\text{O}_3$ ) と、一酸化窒素 ( $\text{NO}$ ) および二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) の間の基本的な反応を式(1)～(3)に示す。



(ア) が共存すると式(3)以外の反応で  $\text{NO}$  が酸化されて  $\text{NO}_2$  が生成され、それが式(1)、(2)による  $\text{O}_3$  生成に関与することで  $\text{O}_3$  濃度が高くなる。

- (a) 下線①について、化石燃料の燃焼によって大気中に排出される  $\text{NO}_x$  にはフューエル  $\text{NO}_x$  とサーマル  $\text{NO}_x$  がある。それぞれが何を表すか簡潔に説明しなさい。
- (b) (ア) に入る光化学オキシダントの前駆物質を答えなさい。また、その主要発生源を 1 つ答えなさい。
- (c) 下線②について、大気中の物質は移流現象および拡散現象によって輸送される。
- 移流現象について簡潔に説明しなさい。
  - 大気中の物質の濃度を  $c$ 、拡散係数を  $K$  とすると、 $z$  方向の拡散フラックスは  $-K \frac{\partial c}{\partial z}$  と表される。拡散係数の単位を国際単位系で示しなさい。
  - 大気中の輸送現象を扱う際には分子拡散の影響を無視することが多い。その理由を簡潔に説明しなさい。
- (d) 下線③について、大気中には様々な二次汚染物質が存在する。二次汚染物質のうち、式(1)～(3)に含まれる物質以外のものを 1 つ挙げなさい。また、その生成過程を簡潔に説明しなさい。
- (e) 図 1 は、都市大気中の  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$  濃度について、晴天日における時間変化を模式的に表したものである。
- 線 (イ) ～ (エ) は、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$  のいずれかに対応する。適切な物質をそれぞれ選びなさい。
  - $\text{NO}$  濃度と  $\text{NO}_2$  濃度の和の時間変化について、排出、鉛直混合の 2 語を用いて簡潔に説明しなさい。

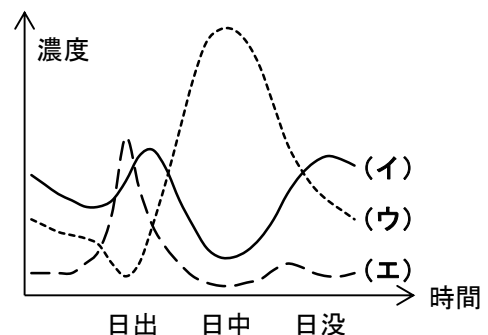


図 1  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$  濃度の日内変化

以下に記入すること

(2)

(a)

フューエル  $\text{NO}_x$  :

サーマル  $\text{NO}_x$  :

(b)

前駆物質 :

発生源 :

(c)

(i)

(ii)

(iii)

(d)

二次汚染物質 :

生成過程 :

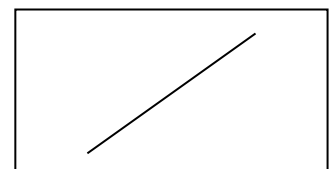
(e)

(i) (イ)

(ウ)

(エ)

(ii)



【問 2】環境科学	受験 番号	
-----------	----------	--

(3) 以下の問に答えなさい。

- (a) 下の□内には、水質汚濁に係る環境基準の内、「生活環境の保全に関する環境基準（生活環境項目）」の13の基準項目を列記している。

DO	BOD	COD	SS
pH	底質溶存酸素量	大腸菌数	n-ヘキサン抽出物質
全窒素	全磷	全亜鉛	ノニルフェノール
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩			

- (i) SSは何を表す基準項目であるか簡潔に説明しなさい。
- (ii) ある水域において有機汚濁レベルが高くなると、DOは高くなるか、低くなるかについて、理由を含めて答えなさい。
- (iii) 生活環境項目の内、「生活環境を構成する有用な水生生物及びその餌生物並びにそれらの生息又は生育環境の保全」を目的として設定されている基準項目をすべて挙げなさい。
- (iv) 生活環境項目の内、油汚染の指標として海洋のみに設定されている基準項目を挙げなさい。
- (v) 衛生微生物指標として“大腸菌群数”が長年用いられてきたが、令和4年4月1日に“大腸菌数”への見直しがなされた。この基準項目の見直しの理由（経緯）について、100字程度で説明しなさい。
- (b) 土壌の性状に関連する以下の用語について、【 】内の①、②の内容を含めて、それぞれ100字程度で説明しなさい。
- (i) 陽イオン交換容量 【①粘土及び腐植の含有量との関係、②保肥力との関係】
- (ii) 透水係数 【①土粒子の粒径との関係、②地表に漏出した汚染物質の挙動への影響】

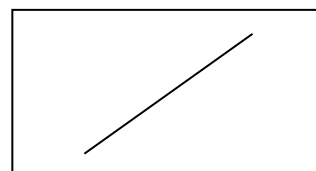
以下に記入すること

(3)

(a)

(i)
(ii)
(iii)
(iv)
(v)

【裏面につづく】





---

以下に記入すること

---

(b)

(i)

(ii)

---

以下に記入すること

---