

専門科目 [気象環境学]

No. 1

下記の 6 問の中から 4 問選択して解答せよ。(25 点×4 問 = 100 点)

1. 以下は日本に上陸する台風の生成と移動に関する現象を説明したものである。語群を用いて空欄(A)～(N)を埋め、説明文を完成させよ。

台風が形成されるためには、その発生源となる(A)の形成が必要であり、そのためには、多量の水蒸気の供給が必要である。台風の発生は海水面温度(B)が条件とされる。これは飽和水蒸気量が温度と共に急速に増大することと関係する。台風の形成には、多量の水蒸気と共に台風の渦の発達が必要である。赤道上では(C)がないため、(A)は生じてても渦は発達しない。

台風は、台風を流す風が何ものなければ、赤道の近くでは地球の自転の影響で北半球では(D)の方向へ進む性質がある。その後、上空の風や台風周辺の気圧配置の影響を受けて動く。太平洋高気圧のまわりを(E)して中・高緯度に達すると、上空の強い(F)により速い速度で(G)方向へ進む。台風の進行方向左側は台風の進行と風向がほぼ(H)なのでお互いに打ち消しあって風が比較的(I)とされ、(J)と呼ばれる。一方、進行方向右側は台風の進行と風向きが(K)なため、(L)されてさらに風が(M)とされ、(N)と呼ばれる。

[語群]

乱層雲，積雲，積乱雲，24℃以上，15℃以上，26℃以上，28℃以上，遠心力，コリオリ力，摩擦力，気圧傾度力，南東～南，北東～東，北～北西，貿易風，温度風，偏西風，南西，北西，北東，同じ，反対，右45°，左45°，減速，加速，等速，危険半円，可航半円，温度，熱収支，質量，エネルギー，角運動量，大きく，小さく，東，西，南，北，気圧差，強化，北上，南下，東進，西進，同期半円，非同期半円，強まる，弱まる

2. 非公開

〔非公開理由〕本設問を広く公開すると、設問で使用了た図が著作権侵害の観点から問題が発生する可能性があるため、非公開とする。

3. 地球の大気は、温室効果ガスの増加により温暖化が進行している。温室効果ガスは、短波放射（太陽放射）を透過させ、地表から放射される赤外線を吸収・再放射（射出）することで、地表の温度を上昇させる。これに関する以下の問いに答えよ。
- (1) 地球に大気が存在しない場合の、地球が太陽から受光する短波放射量と地球から放射する長波放射量が放射平衡にあるときの単位面積当たりの放射収支式を導け。ここで、短波放射（太陽放射）量を S_0 、地球の平均アルベドを α 、地表は黒体とみなし、地球の平均温度を T_e 、ステファン・ボルツマン定数を σ 、地球の半径を r とする。
- (2) 以下の図のように地球に大気が存在するとして、単位面積当たりの大気における放射収支式と地表における放射収支式をそれぞれ導け。ここで、短波放射（太陽放射）量を S_0 、上空の大気温度を T 、大気における射出率を ε 、地球における地表付近の温度を T_s 、地表は黒体と見なし、上空の大気温度を T 、地球の半径を r とする。

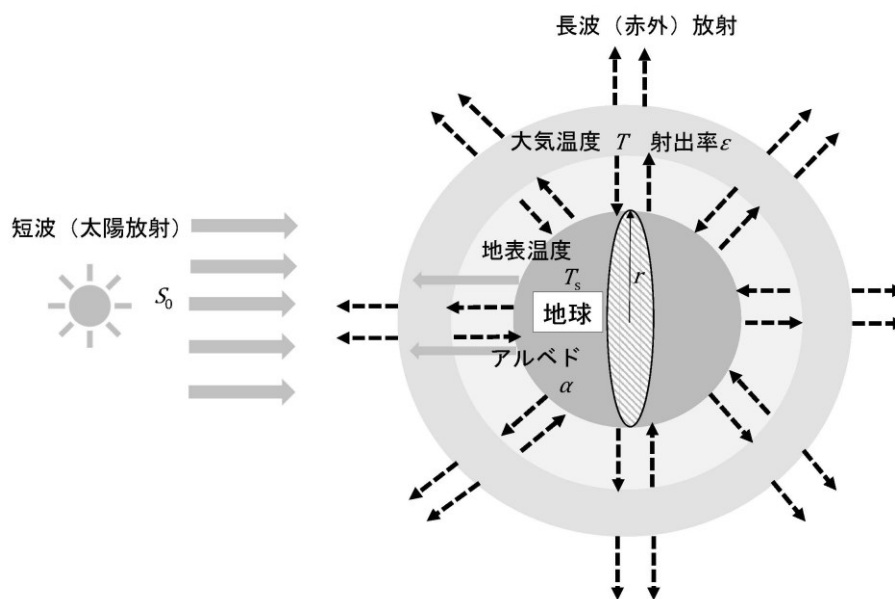


図 地球に大気が存在する場合の放射収支式の概念図

- (3) (1)と(2)の式から、 ε の増大と共に、 T_s と T はどのように変化するか、 T_s と T はどちらが大きいのか、これらを温室効果ガスの増加が T_s と T に及ぼす影響と関連付けて説明せよ。

4. 非公開

〔非公開理由〕本設問を広く公開すると、設問で使用了図が著作権侵害の観点から問題が発生する可能性があるため、非公開とする。

5. 非公開

〔非公開理由〕本設問を広く公開すると、設問で使⽤した図が著作権侵害の観点から問題が発生する可能性があるため、非公開とする。

6. 作物の光合成，転流，成長，発育に関わる以下の用語について説明せよ。

- (1) 同化箱
- (2) クロロフィル蛍光
- (3) 成長解析法
- (4) 圧流説
- (5) DVI

専門科目〔気象環境学〕 解答例

1.

台風が形成されるためには、その発生源となる（A：積乱雲）の形成が必要であり、そのためには、多量の水蒸気の供給が必要である。台風の発生は海面温度（B：26℃以上）が条件とされる。これは飽和水蒸気量が温度と共に急速に増大することと関係する。台風の形成には、大量の水蒸気と共に台風の渦の発達が必要である。赤道上では（C：コリオリ力）がないため、（A：積乱雲）は生じて渦は発達しない。

台風は、台風を流す風が何もないければ、赤道の近くでは地球の自転の影響で北半球では（D：北～北西）の方向へ進む性質がある。その後、上空の風や台風周辺の気圧配置の影響を受けて動く。太平洋高気圧のまわりを（E：北上）して中・高緯度に達すると、上空の強い（F：偏西風）により速い速度で（G：北東）方向へ進む。台風の進行方向左側は台風の進行と風向がほぼ（H：反対）なのでお互いに打ち消しあって風が比較的（I：弱まる）とされ、（J：可航半円）と呼ばれる。一方、進行方向右側は台風の進行と風向きが（K：同じ）なため、（L：加速）されてさらに風が（M：強まる）とされ、（N：危険半円）と呼ばれる。

2. 問題文非公開

3.

(1) 地球の大気が存在しない場合の、放射平衡式は以下となる。 $S_0(1-\alpha)\pi r^2 = \sigma T_e^4 4\pi r^2$

単位面積当たりでは $\sigma T_e^4 = (1-\alpha/4) S_0$

T_e について解く形に変形すると $T_e = (1-\alpha/4)^{1/4} S_0^{1/4}$

(2) 単位面積当たりの大気の熱収支式は $2\varepsilon\sigma T^4 + (1-\varepsilon)\sigma T_s^4 = \sigma T_s^4$

地表面の放射収支式は $((1-\alpha)/4) S_0 + \varepsilon\sigma T^4 = \sigma T_s^4$

(3) (1)より $\sigma T_e^4 = (1-\alpha/4) S_0$

(2)の大気と地表面の放射収支式との連立方程式を解くと

$$T^4 = (1/2-\varepsilon) T_e^4$$

$$T_s^4 = (2/(2-\varepsilon)) T_e^4$$

T_s は T より大きくなる。また ε の増大と共に T_s は上昇し、 T は減少する。すなわち、温室効果ガスの増大と共に地上付近の温度は上昇し、上空大気の温度は下降する。

4. 問題文非公開

5. 問題文非公開

6.

(1) 植物の光合成速度や蒸散速度などのガス交換速度を計測するために用いられる最も一般的な計測装置であり、同化箱（チャンバー）と呼ばれるものに植物を封入して使用され、開放型と閉鎖型がある。開放型は、同化箱入口出口のガス濃度の差とチャンバに流入・流出する空気流量との積で、ガス交換速度が評価される。閉鎖型は、同化箱を閉鎖したのち、ガス濃度の変化量と経過時間からガス交換速度が評価される。

(2) 植物体内のクロロフィル（葉緑素）が光エネルギーを吸収したのち、そのエネルギーは光合成、熱放散、および蛍光の3つに配分される。このうち、傾向として光を再放出する現象がクロロフィル

蛍光と呼ばれ、光合成能力や光ストレスの状態の診断に用いられる。

- (3) 植物の乾物重と葉面積の計時変化を基に、植物の成長プロセスを定量的に評価し、生産性や資源利用効率を解析する手法である。単位時間あたりの相対的な成長速度である相対成長速度を起点に、純同化速度、葉面積比などを算出することで、成長速度の違いが生理特性と形態特性のどちらに由来するのかを解析することが可能となる。
- (4) ソースからシンクへの光合成産物の輸送（転流）のメカニズムの最も有力な説である。まずソース近辺では、エネルギーを使用して等の師管への積み込みが行われ、師管の浸透ポテンシャルと水ポテンシャルが下がる。その結果、隣接する道管から水が水ポテンシャル差に従って流入し、士官の膨圧が増加する。一方で、シンク近辺では、師管からシンク器官への等の積み下ろしが行われ、師管の浸透ポテンシャルと水ポテンシャルが上がる。その結果、師管から道管への水の流出が起こり、師管の膨圧が下がる。これらの作用により、ソース・シンク間の師管には圧力差が発生し、その圧力差に従って師管液がマスフローによって輸送される。
- (5) 発育指数 **Developmental index** と呼ばれ、植物の生育ステージ（発芽、開花、結実など）の進行状況を数値化して表現するものであり、播種日、出穂期、成熟期それぞれにおける値が **0, 1.0, 2.0** などと設定される。一般に、積算温度や日長などの気象要素を基に算出される。例えば、播種から開花までの有効積算温度を把握しておくことで、毎日の気温をベースに生育ステージの予測などが可能になる。

専門科目〔気象環境学〕出題意図

1. 気象環境学分野で研究するために必要な気象学のうち、基礎的な台風の生成と移動に関する知識を問う。
2. 〔問題文非公開〕気象環境学分野で研究するために必要な農業気象学のうち、応用的な土壌凍結深制御手法に関する知識を問う。
3. 気象環境学分野で研究するために必要な気象学のうち、基礎的な地球の放射収支に関する知識を問う。
4. 〔問題文非公開〕気象環境学分野で研究するために必要な農業気象学のうち、基礎的なランベルト・ベールの法則が適用可能な植物群落における放射環境に関する知識を問う。
5. 〔問題文非公開〕気象環境学分野で研究するために必要な農業気象学/園芸環境工学のうち、応用的な環境－植物系の水分移動に関する知識を問う。
6. 気象環境学分野で研究するために必要な園芸環境工学のうち、応用的な作物の光合成，転流，成長，発育に関する知識を問う。