

復習シート ハイレベル生物① 1回目

第1問 地球の誕生

地球が誕生したのは今から(ア)年前、生命が誕生したのは今から(イ)年前と考えられている。生命が誕生した当時の環境は今からすると考えられないほど過酷であった。例えば気圧が60気圧に達し、海水温は150℃を越え、HCN(シアン化水素)やH₂S(硫化水素)が溶け込んでいた。なお大気の内容分は古い説によれば(ウ)・(エ)・(オ)・(カ)などからなると考えられていたが、近年では(キ)・(ク)・(ケ)・(コ)などからなると考えられるようになった。

問1 文章中の空欄(ア～コ)に適する語句を入れよ。

問2 下線部について、この古い説による大気の内容分から有機物が生じることを確認した人物の名称を答えよ。

問3 生命が誕生したころの状態に似ている場所は、現在では何と呼ばれているか。また、その場所の海水中に含まれている成分を答えよ。

【解答】第1問 地球の誕生

問1

ア - 46億 イ - 40～38億 ウ・エ・オ・カ - $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2 \cdot \text{CH}_4 \cdot \text{NH}_3$

キ・ク・ケ・コ - $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SO}_2 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{N}_2$

問2

スタンレー・ミラー（「ミラー」だけでも正解。この内容は講義では触れていないが、よく出題されるから知っておこう。なお夏期講習会・2学期で詳しく説明する）

問3

場所の名称：熱水噴出孔。

海水の成分： $\text{H}_2\text{S} \cdot \text{H}_2 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{CH}_4 \cdot \text{NH}_3$

第2問 化学進化

地球に海ができた当時は、月が今よりも近く、その引力によって潮の満ち引きが大きかった。また高い海水温などの影響で非常に化学反応が起こりやすい状態だった。そのような中で海水中に自己を複製するような物質が出現し、①この自己複製物質が変化していった結果(ア)が誕生したらしい。のちに(ア)は(イ)の合成と結びつき、②3種類に分かれた。やがて(ア)は不安定な1本鎖から安定した2本鎖になっらしく、③これが(ウ)である。この自己複製物質→(ア)→(ウ)というように物質が変化してきた過程を(エ)という。

問1 文中の空欄(ア～エ)を適語で埋めよ。

問2 下線部①について、(ア)が自己複製物質の主役だった状態を何というか。

問3 下線部②について、(ア)から生じた3種類の名称をそれぞれ答えよ。

問4 下線部③について、(イ)が自己複製物質の主役になった状態を何というか。

【解答】第2問 化学進化

問1 ア - RNA イ - タンパク質 ウ - DNA エ - 化学進化

問2 RNAワールド

問3 mRNA・tRNA・rRNA

問4 DNAワールド

第3問 最初の生命

最初の生物は単細胞生物と考えられており、海水中に誕生したらしい。この生物は、生命活動に必要なエネルギーを(ア)の(イ)で得ていたが、この過程を(ウ)という。やがて(ア)が不足したために(エ)と(オ)を原料として(ア)を合成する生物が出現してきた。このように「(エ)と水素源を原料として炭水化物を合成する過程」を(カ)というが、これに必要なエネルギーは無機物を酸化したときに生じる化学エネルギーを利用して、このように化学エネルギーを用いる(カ)を特に(キ)といい、(キ)をおこなう生物を(キ)細菌という。太陽の光が地表に届くようになると、光エネルギーを利用して(カ)をおこなう生物が出現してきた。このように光エネルギーを用いる(カ)を特に(ク)といい、(ク)をおこなう生物を(ク)細菌という。光合成細菌はのちに(ケ)と呼ばれる生物に進化するが、この生物の出現によってこれまで地球上にはあまり存在しなかった(コ)が蓄積していくことになる。

問1 文章中の空欄(ア～コ)に適語を入れよ。

問2 下線部について、(ケ)の出現によってなぜ(コ)が蓄積していくことになったのかを30字程度で説明せよ。

問3 (ケ)(コ)に関する次の各設問に答えよ。

設問(1) 次の文章中の空欄(1～6)に適語を入れよ。

(ケ)が出現した当時の海水は(1)色であった。これは海水中に(2)が多く存在したからである。ところが、(ケ)が放出した(コ)によって、(2)は(3)となって沈殿していった。やがて海水中の(コ)が増加すると、多くの生物は(コ)の(4)によって死滅したと考えられている。これは体内に入った(コ)から生じる(5)などの、いわゆる“活性酸素”が原因であった。生物はこれら活性酸素に対して、(6)などの酵素を作り出して対処した。

設問(2) (6)などの酵素によって(コ)の(4)を克服した生物の中から、(コ)を利用する生物が出現した。この生物の名称を答えよ。

【解答】第3問 最初の生命

問1

ア - 有機物 イ - 酸化 ウ - 発酵 エ - 二酸化炭素(CO₂) オ - 硫化水素(H₂S)
カ - 炭酸同化 キ - 化学合成 ク - 光合成 ケ - シアノバクテリア
コ - 酸素(O₂)

☆講義では「炭酸同化」という単語は説明していないが、重要な語句である。1学期のハイレベル生物②でのちのち説明することになる。

問2

光合成の材料として硫化水素ではなく水を用いるようになったから。

問3

設問(1)

1. 赤
2. 鉄イオン
3. 酸化鉄
4. 酸化力
5. 過酸化水素(H₂O₂)
6. カタラーゼ

設問(2) 好気性細菌

☆増加した酸素は、まずは海水中の鉄イオンの酸化に消費された。その結果、縞状鉄鉱床ができた。鉄イオンを酸化し尽くすと、海水中の酸素が増加し、これが生物たちに影響を与え始めた。酸素自体が生物に影響を与えるというよりは、生物体内に入り込んだ酸素から過酸化水素、さらにこの過酸化水素からスーパーオキシドが生じる。これら過酸化水素、スーパーオキシドなど、酸化力がきわめて大きい物質を、活性酸素という。活性酸素が、細胞膜・DNAなどを酸化し、生物に悪影響を与えるのである。

すると、生物は、それらの影響を抑制するためにカタラーゼやSOD(スーパーオキシドジスムターゼ)を作り出したのである。これらの酵素は、今現在でも多くの生物が使っている。

☆オゾン層の形成

シアノバクテリアが大量に発生して、まず海水中の酸素が増加した(この「シアノバクテリアの大発生」の証拠がストロマトライトである←2学期に説明する)。これが20億年くらい前。次に5億年前くらいに藻類が大発生して、海水中で酸素が飽和した。そして、大気中に出ていった酸素の一部からオゾン層が形成されたのである。

第4問 共生

(ア)がおこなう光合成により、これまで地球に存在しなかった(イ)が増加した。(イ)は、まず海水中に大量にあった鉄イオンと反応して酸化鉄となって沈殿していった。さらに、発生する(イ)によって多くの生物が絶滅に危機に瀕したが、生物は長い時間があれば必ず困難を克服する。つまり、この(イ)を利用する生物である(ウ)が出現したのである。(ウ)は、有機物の酸化に(イ)を利用する(エ)をおこない、これによって大量のエネルギーを取り出せるようになった生物である。(ウ)はべん毛を持って動き回るようになり、ついには他の生物(=細胞)を捕食するようになったらしい。すると他の生物はそれに対抗するために大型化し、さらに(オ)を陥入させて(カ)を囲って守るようになったらしい。これが(キ)である。このような(キ)を持った生物(=細胞)にも(ウ)は襲いかかったが、あるとき(オ)に包まれるようにして大型化した生物(=細胞)の中に侵入してしまったらしい。これがそのまま(エ)をおこなう細胞小器官である(ク)になったと考えられている。すると、今度はこの(ク)を持った大きな細胞が活発になり、他の生物(=細胞)を捕食するようになった。このとき捕食した(ア)が、やはり(オ)に包まれるようにして細胞内に入り、やがて細胞小器官である(ケ)になったらしい。このように、(ク)や(ケ)は、もともとは(ウ)や(ア)であったとする説を(コ)という。

※(キ)の出現は「小胞体が(カ)を囲うようにしてできた」など諸説ある。

問1 文中の空欄(ア～コ)に適語を入れよ。

問2 (キ)(ク)(ケ)の共通点は何か。10字～25字以内で答えよ。

【解答】第4問 共生

問1

ア - シアノバクテリア イ - 酸素(O₂) ウ - 好気性細菌 エ - 呼吸 オ - 細胞膜
カ - DNA キ - 核 ク - ミトコンドリア ケ - 葉緑体 コ - 細胞内共生説

問2

どれも細胞膜由来の構造で、かつ2重膜構造である。

第5問 タンパク質分泌装置

単細胞生物が集合して1個体のようにふるまっている状態を(ア)というが、単細胞生物から多細胞生物に進化していく過程においてもこのような段階があったと考えられる。そうした進化の過程において、(ア)を構成する細胞たちは、それぞれ別々に栄養分を摂取していたらしいが、やがて役割分担をするようになったようだ。つまり(ア)の内部に陥入して①消化・吸収を担当する細胞群と、(ア)の②外側を担当する細胞群の2群に分化したのである。この生物は口と肛門が一緒に、口から獲物を捕らえて③袋の中で消化酵素により獲物を分解し、そののちに吸収するのである。これまで生物(=単細胞生物)はタンパク質を細胞内で合成し、そして細胞内で消費していた。ところが下線部③の方式を採用すると、消化酵素などのタンパク質を細胞内で合成した後、細胞外へ出す(=分泌)必要が生じた。ここで生じたのが(イ)と(ウ)である。初期には核膜と細胞膜をつなぐ“管部分”にリボソームを付着させ、このリボソームで合成したタンパク質を細胞外へ分泌していた。やがてその“管部分”を迷路状にして表面積を大きくし、より多くのリボソームを付着できるようにしたのが(イ)、さらに合成したタンパク質を貯蔵し、必要に応じて分泌するための袋も作ったが、これが(ウ)である。このようにミトコンドリア・核・(イ)・(ウ)など、(エ)が起源となった構造が発達した細胞を(オ)、それに対して(エ)・(カ)・(キ)くらいしか持たない細胞を(ク)という。

問1 文中の空欄(ア～ク)に適語を入れよ

問2 下線部①・②の細胞群の名称をそれぞれ答えよ。

問3 下線部③について、このような方式の名称を答えよ。

問4 上の文章中にもあるように、「口と肛門が一緒である」ような動物は今現在でも存在している。これについて次の設問に答えよ。

設問(1) 今現在存在するこのような動物群の名称を答えよ。

設問(2) 設問(1)で答えた動物群の例を4つ答えよ。

【解答】第5問 タンパク質分泌装置

問1

ア - 細胞群体 イ - 小胞体 ウ - ゴルジ体 エ - 細胞膜 オ - 真核細胞
カ・キ - DNA・リボソーム ク - 原核細胞

問2

①内胚葉 ②外胚葉

問3

細胞外消化

問4

設問(1)刺胞動物

設問(2)クラゲ・イソギンチャク・サンゴ・ヒドラ