

平成 22 年度後期日程入学試験問題

小 論 文 E

理 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 解答は、解答用紙(表, 裏)の指定の欄に記入しなさい。
- ③ 受験番号を解答用紙の指定の欄に記入しなさい。
- ④ 字数が指定されている問については、アルファベット, 算用数字を含め, 1マスに1字ずつ記入しなさい。

次の文章〔I〕と〔II〕を読み、問1～6に答えよ。

〔I〕

我々の身近に多く見られる昆虫の一生は、卵から始まり幼虫から蛹(さなぎ)の時期を経て成虫になり卵を産む、というのが1世代の典型的な姿である(ただし、蛹の時期をもたない種類もある)。もともと熱帯地方に起源をもつといわれている昆虫は、現在では熱帯から極地までのあらゆる気候帯にすんでいる。しかし、昆虫が高緯度地方で暮らすには、冬をのりきる必要があるため、休眠とよばれる方法を積極的に用いて越冬し、生存率を高めている。

しかし、休眠するためには、冬が来る前に準備をしなければならない。では、昆虫はどうやって冬が来ることをあらかじめ察知するのだろうか。昼と夜の長さの季節的変動を光周期というが、昆虫はやがてやって来る冬の予告信号として光周期を用いている。光周期によって支配される生物現象を一般に光周反応とよんでいる。光周期は地球上の緯度によって一定であり、温度のような年による変動はない。表1には、日本の青森と、カナダのバンクーバーでの、春から秋までの各月1日の日の出と日の入りの時刻を示してある。これを見ると、緯度によって光周期が大きく異なることが分かる。

光周反応の例をあげてみよう。野菜類の大害虫であるヨトウムシが休眠するのは蛹の時期であるが、蛹が休眠するかしないかは、幼虫の時期にどういう光周期の下で育ったかによって決まる。図1は、幼虫を明るいところで飼育した時間と、蛹になってから休眠する割合を、さまざまな緯度のヨトウムシについて調べた結果である。たとえば、北緯40度付近にすむヨトウムシの幼虫を、1日のうち約12時間明るいところで飼育し、残りの約12時間を暗黒下で飼育すると、蛹になってからほぼ100%が休眠するが、明るい時間を長くすると、蛹になっても休眠せず、やがて成虫になる。北緯40度付近の自然界でのヨトウムシの生活をみると、冬を越した蛹は、春になると休眠からさめて成虫になり、それが産んだ卵からかえった幼虫は初夏に育ち、蛹になっても休眠せず、やがて成虫となって卵を産む。その卵からかえった幼虫は初秋から晩秋にかけて育ち、蛹となって休眠し冬を越す。このようにして1年の間に2回の世代を繰り返すのである。

表1 青森(日本)とバンクーバー(カナダ)の日の出と日の入りの時刻

		4月1日	5月1日	6月1日	7月1日	8月1日	9月1日	10月1日	11月1日
青森 北緯40度49分	日の出	5:21	4:36	4:08	4:09	4:33	5:03	5:33	6:07
	日の入り	18:01	18:32	19:02	19:13	18:54	18:11	17:21	16:35
バンクーバー 北緯49度16分	日の出	5:51	4:51	4:12	4:10	4:43	5:28	6:11	6:59
	日の入り	18:42	19:28	20:09	20:22	19:54	18:58	17:54	16:53

(URL : <http://www.canada-travel.jp/sun> より作成)

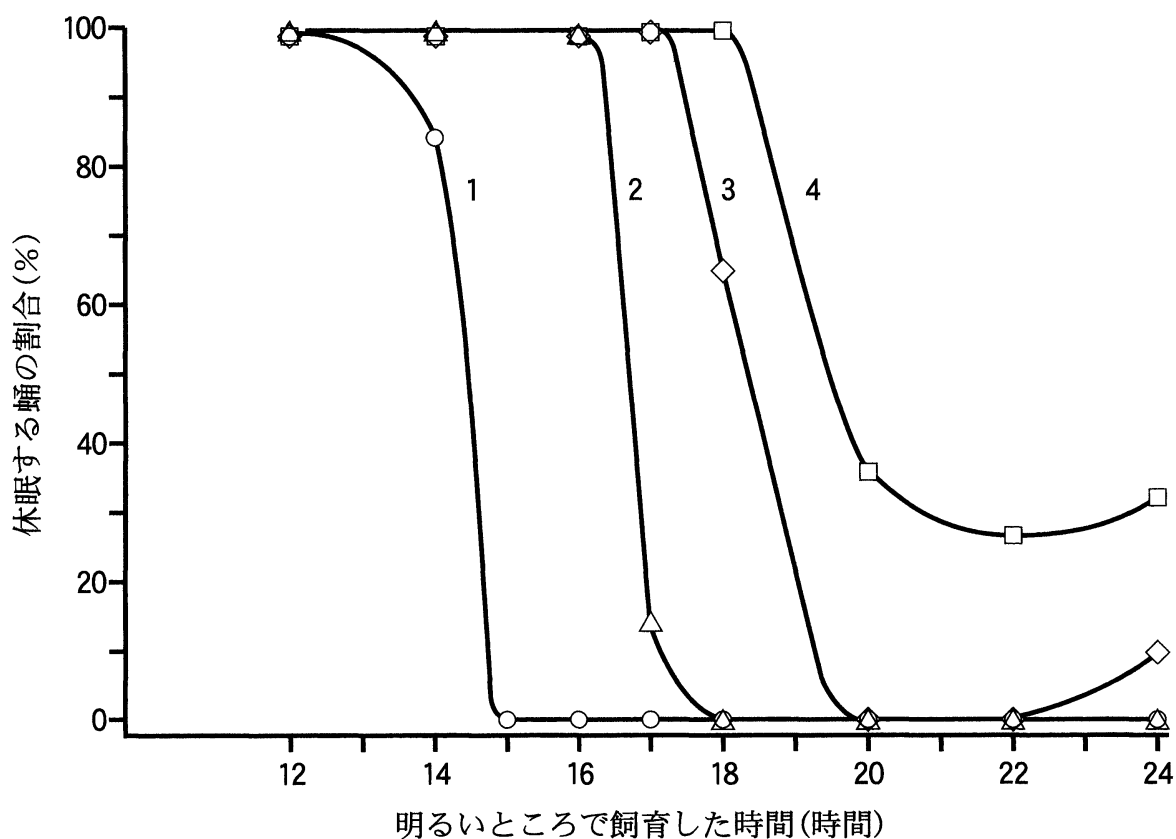


図1 ヨトウムシの幼虫での光周期と休眠する蛹の割合

1. 北緯40度 2. 北緯50度 3. 北緯55度 4. 北緯60度

(茅野春雄著「昆虫の生化学」より一部変更して引用)

問 1 以下の各緯度では，ヨトウムシが幼虫の時期に 1 日何時間以上明るいところにいると，蛹になっても休眠しない個体が出現するか，図 1 から読み取ってそれぞれ解答欄に記せ。単位は「時間」とし，整数で答えよ。

(ア) 北緯 50 度 (イ) 北緯 55 度 (ウ) 北緯 60 度

問 2 北緯 40 度付近の自然界でヨトウムシが 1 年に 2 世代を繰り返すのは，図 1 のデータからどのように説明することができるか，200 字以内で述べよ。

問 3 北緯 50 度付近では，ヨトウムシの世代は 1 年に 1 回だけである。1 年に 2 回の世代を繰り返さないのはなぜか，また 1 年 1 世代の場合のヨトウムシの生活はどのようなものだろうか。表 1 と図 1 を参考にしてヨトウムシの生活を推定し，250 字以内で述べよ。

〔Ⅱ〕

カイコは絹糸を作るため、我が国で古くから飼育されてきた昆虫である。温帯地方で飼育されているカイコは、通常1年に2世代を繰り返す品種である。

カイコは、卵で休眠するが、カイコの卵も産卵された時に休眠するかしらないかが決まっており、冬の予告信号として光周期を用いている点はヨトウムシと同様である。一方、カイコの卵が休眠からさめるには、卵がいったん低温条件にさらされる必要がある、その後の温暖な条件により、卵から幼虫がかえる。人間が飼う以前、温帯で1年に2世代を繰り返すカイコの生活史は次のようであったと考えられる。冬を越して休眠がさめた卵から、5月初め頃に幼虫がかえり、成虫となって6月終わり頃に卵を産む。この卵は休眠に入らずに幼虫になり、やがて成虫になって、8月終わり頃に産卵する。この卵は休眠に入り冬を迎え、冬を過ごした後、温暖な春に卵から幼虫がかえる。

休眠する卵でのグリコーゲンやその他の物質の量を調べた結果が図2である。産卵された休眠卵は、はじめ25℃におかれたが、産卵後10日目に5℃に移され、110日目に5℃から再び25℃に移された。図2は、この間の卵の中のグリコーゲン、ソルビトールとグリセロールの量の変化を示している。この実験では、卵の休眠は産卵直後から始まり、産卵後60日頃に終了した。そして、110日目頃から幼虫への発生が始まって、120日目に幼虫が卵からかえった。

卵は幼虫になるまでに必要なすべてのエネルギー源をグリコーゲンとして蓄えている。グリコーゲンは、ブドウ糖が多数結合してできる物質で、動物体内でエネルギー源として貯蔵されている物質である。動物はエネルギーが必要なときには、グリコーゲンを分解してブドウ糖を作り、それをもとにエネルギーを得ている。一方、ソルビトールとグリセロールは、糖アルコールと呼ばれる物質群に属するもので、ブドウ糖からつくられるが、エネルギー源として直接利用されることがない。

問4 産卵後下記の(ア)から(エ)の時期における卵1gに含まれる (i) グリコーゲン、(ii)ソルビトール、(iii)グリセロールは約何mgであるかを図2から読み取り、最も近いと思われる整数値を解答欄に記入せよ。

(ア) 産卵直後 (イ) 10日目 (ウ) 60日目 (エ) 110日目

問 5 休眠卵の産卵後の時期と、卵内の物質の量の変化との間にはどのような関係があるか、図 2 からわかることを 400 字以内で述べよ。

問 6 休眠しない卵からは、産卵後すぐに幼虫の発生が始まり、10 日ほどで幼虫がかえる。この時の卵の中のグリコーゲン、ソルビトール、グリセロールはどのような変化をされると考えられるか。図 2 を参考にしながら 300 字以内で述べよ。

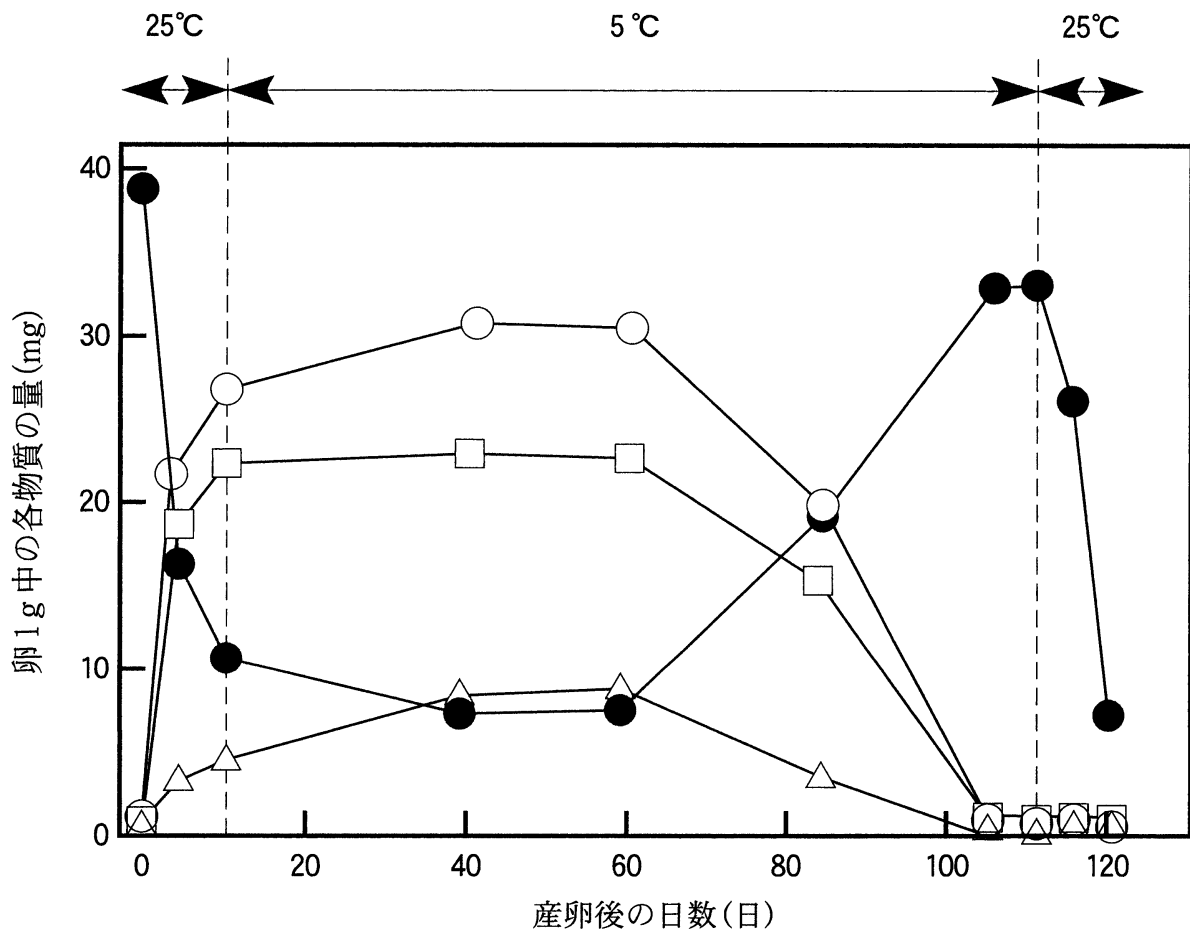


図 2 カイコの休眠卵での産卵から幼虫がかえるまでの間における卵中のグリコーゲン、ソルビトール、グリセロールの量の推移

●：グリコーゲン，□：ソルビトール

△：グリセロール，○：ソルビトールとグリセロールの合計

(茅野春雄著「昆虫の生化学」より一部変更して引用)