

## 冬眠 動物의 血液像에 관한 研究

盧 永 福

朝鮮大學教 自然科學大學 生物學科

冬眠 狀態에서 血液成分의 생화학적 變化치를 조사하고자 전남 각지에 서식 또는 광주직할시 근교에서 양식하고 있는 뱀장어, 개구리, 살모사 그리고 다람쥐를 活動期(7월~8월), 潛入期(10월~11월), 冬眠期(12월~1월) 및 覺醒期(3월~4월)에 채집하였다. 이들 動物들의 血清에서 Total protein, Albumin, Globulin, A/G ratio, Glucose, Calcium, Urea함유량을 조사하여 얻은 성적을 비교 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Total protein의 變化는 各 動物사이에서 상당한 차이를 보이되 潛入期에 다소 증가하였다. 특히 다람쥐에서 Total protein 함유량이 다른 動物들 보다 많았다. Albumin함유량은 潛入期에 상승하였고 冬眠期에는 약간의 감소를 보이다가 覺醒期에는 현저한 감소를 보였다. globulin함유량은 潛入期에 상당히 상승하고 冬眠期에 약간의 감소를 나타내었으며 覺醒期인 봄철에는 많은 증가 현상을 보였다.

2. 血清 Urea의 함유량은 冬眠의 各科程에 따라 상당한 차이가 있었다. 즉 潛入期에 약간 상승하고 冬眠期에는 저하를 보였으며 覺醒期에는 全 실험동물에서 검출되지 않았다.

3. 血糖의 變化는 潛入期에 대체로 저하하고 冬眠期에는 심한 低血糖 수준에 이르렀다. 覺醒期인 봄철에는 다람쥐를 제외하고는 冬眠期의 血糖量과 유사하였다.

4. 血清 Calcium함유량의 變化는 活動期에 비하여 潛入期에는 상당한 증가현상을 보였으나 冬眠期에는 全 실험동물이 거의 같은 수준으로 감소를 보이며 覺醒期에 까지 감소하였다.

**KEY WORDS: Serological components, Hibernating animals**

冬眠은 動物이 한냉한 시기에 生命을 유지하기 위하여 유발되는 특수한 현상으로서 온도의 저하와 더불어 수면과 비슷한 혼수상태에 빠지게 된다. 冬眠중에는 체중이 감소하고 체온도 떨어지며 모든 신진대사가 저하되어 간다. 뿐만 아니라 호흡빈도도 떨어진다. 그리고 주위의 온도가 심하게 떨어지더라도 일반적으로 주위 온도보다 1~2도의 높은 체온을 유지한다. 아울러 冬眠 기간 동안 冬眠 動物의 심장박동율과 대사율은 현저하게 떨어진다. 冬眠 動物의 組織液은 저온에서는 효소보다 CO<sub>2</sub>를 용해시키는 비율이 크기 때문에 冬眠이 유발되는 생리현상으로 보고있으며 동시에 酸化로 소모되어지는 물질은 지방이라고 한다. 冬眠 중 血糖量은 감소되는 반면에 脂肪과 glycogen의 함유량은 일정하게 유지되고 있다는 보고 등이 있다 (Lyman, 1948; Lyman and Chat-

field, 1955; Pengelly and Fisher, 1961; Mrosovsky, 1968; 안과 권, 1974; 이, 1974; 오, 1979).

이상과 같이 외부적인 조건과 생리적인 현상으로 말미암아 冬眠 動物들은 장구한 세월을 두고 유전적으로 또는 습성적으로 冬眠 상태를 자연계에서 유지하여 온 것이다. 冬眠을 하는 動物로서는 여러 종류들이 있다. 크게 그들의 생리 현상으로 나누어서 개구리형과 박쥐형 그리고 곰형으로 구분할수가 있다 (Lyman and Chatfield, 1955; Henderson, 1966; Hoffman, 1968). 개구리형의 冬眠은 개구리, 뱀, 거북, 벌 및 많은 담수어류등의 변온 동물들로서 가을에서 겨울에 걸쳐 주위 온도가 저하되면 체온도 같이 저하되며 활동이 불가능한 상태가 되면 冬眠 상태에 들어간다. 박쥐형의 冬眠을 하는 동물로서는 박쥐, 두더지, 산쥐, 다람쥐등이 있다. 박쥐의 체온은 여름철에는

37°C이지만 冬眠이 시작되는 겨울철에는 변온동물들과 똑같이 체온은 주위 온도와 거의 비슷하게 된다. 그러나 일반적으로 체온이 5°C 이하로는 저하하지 않으며 도리어 환경 온도가 0°C이하로 내려가면 박쥐 체온이 반대로 높아져서 결국에는 覺醒되어져 날라다니게 된다. 곰형의 대표적인 冬眠의 예로서는 일본 북해도의 곰을 들수 있는데 冬眠中에도 체온은 저하되지 않는다. 1월말에서 2월 사이에 새끼를 출산한 어미곰은 冬眠中이라도 새끼곰에게 젖을 먹여 양육하는데 이는 체온이 항상 높기 때문에 冬眠 상태에서 즉시 覺醒하여 활동할수가 있기 때문이다. 이상의 세가지 유형 중에서 순수한 의미의 冬眠은 박쥐형이라고 할수 있다 (木下, 1936; Person, 1950; Lyman, 1957; Kallen, 1960; Weigmann, 1963). 冬眠의 내적 요인으로서의 內分泌腺의 활성의 변화가 큰 요인임을 밝혀내고 분비된 홀몬의 연구가 冬眠의 기작을 결정하는 중요한 열쇠라고 한다 (Foster, 1939, Suomalainen, 1948; vidovic, 1954).

한편 冬眠이 유발되는 원인에 대해서는 한냉한 기후조건 또는 비교적 짧은 일조시간이 그 원인이 된다고 하는 등 論難이 많다. 冬眠中의 知覺은 단지 저하되어 있을 뿐이지 소실되는 것이 아니므로 冬眠은 정상적 수면과 똑같이 自律神經系의 조절에 의한 것이며 福交感神經의 기능이 높아지기 때문에 일어난다고 주장하였다. 그 외에 여러 학자들도 내적요인들에 자극을 주어 冬眠을 조절할수 있음을 주장하고 수차례 인위적으로 체온 저하를 일으켜 冬眠을 유발시켜보려고 하였다 (Pombrey, 1903; Lyman, 1953). 또한 冬眠 動物의 血色素와 血球數의 변화, 血液의 응고시간, 血中 gas함량 등 冬眠에 대하여 의미있는 기초자료들을 제공하는 보고들이 있다 (Suomalainen, 1953; Quineke, 1958; South, 1958; 이, 1974; 박, 1978). 그러나 冬眠기간중에 변하는 대사율과 혈청성분의 생화학적 변화는 그 자료들이 단편적이고 冬眠의 어느 한 기간에 치우치고 있다. 특히 혈액은 冬眠하는 動物의 각 장기, 조직 및 세포의 신진대사를 중재하고 물리적 또는 화학적으로 상호연결하는 체액으로서 冬眠하는 動物들에 있어서는 여러가지 혈액상의 변화가 있게 되며 외부 환경 및 체내의 내분비조건에 따라서도 현저한 영향을 받는 것으로

알려져 있다 (Rasmussen, 1916; Endres, 1930; Suomalainen, 1948). 하지만 系統發生學的인 관점에서 광범위한 冬眠 動物의 혈액성분에 관한 연구는 없는 실정이다. 이에 본 연구는 척추동물의 계통발생학적 관점에서 魚類(뱀장어), 兩棲類(개구리), 爬蟲類(살모사) 및 哺乳類(다람쥐) 등 冬眠 動物들의 동면과정중에서 혈액성분의 함유량 특히 Total Protein, Albumin, globulin, A/G ratio, Glucose, Calcium, Urea 등 혈액내의 변화상태를 각기 活動期, 潛入期, 冬眠期 및 覺醒期로 구분하여 비교 연구하여 약간의 성적을 얻었기에 보고하고자 한다.

## 材料 및 方法

### 調査 方法

본 연구에서 실험동물은 冬眠週期에 따라 活動期(7월~8월), 潛入期(10월1월), 冬眠期(12월~1월) 그리고 覺醒期(3월~4월) 등 4期로 구분하여 각시기별로 冬眠 動物의 혈청에서 Total Protein, albumin, globulin, A/G ratio, Calcium, Glucose, Urea 등을 중심으로 血液像의 변화치를 조사 연구하였다.

### 材料

실험동물은 1985년 6월 20일부터 1986년 4월 25일 사이에 冬眠週期별로 구분하여 채집하였으며 각 冬眠 動物은 다음과 같다.

魚類로서는 淡水産인 뱀장어(*Anguilla japonica* Temminck et Schlegel)는 전남 송정리 양어장에서 사육된 것으로 體長 40~50cm, 體重 118~150g으로 총 100마리를 구입하였다. 兩棲類로서 개구리(*Rana nigromaculata* Hallowell)는 광주직할시 용산동 녹동부락의 연못과 늪에서 성숙된 것으로 채집하였으며 體長 4~6.8cm, 體重 30~45g으로 총 120마리를 사용하였다. 爬蟲類로서 살모사(*Agkistrodon halys brevicaudus* Stejneger)는 體長 50~65cm, 體重 300~500g으로 총 80마리와 哺乳類로서 다람쥐(*Tamias striatus* Linnaeus)는 體長 25~29cm, 體重 100~200g으로 총 60마리를 무등산 일원에서 야생 상태의 것을 채집하여 사용

하였다.

### 採血 方法

각 실험동물은 실험실로 옮긴 즉시 經動脈을 切開하였다. 혈액을 깨끗한 원심관에 採血한 후 3000r.p.m.으로서 15분간 원심하여 血清을 분리하였다. 특히 冬眠期에 捕獲한 동물들은 가능한 환경과 자연상태를 유지하면서 신속히 채혈하였다.

### 測定 方法

각 실험동물들에서 분리된 血清은 즉시  $-20^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다가 각 단계별로 다음 항목을 조사하였다.

Total Protein 함유량은 Biuret법에 의거하였다. 즉 0.1 ml의 血清에 총 蛋白試藥(Biuret Solution) 5.0 ml을 넣으면 동ion이 작용하여 蛋白은 錯鹽을 형성하여 청자색을 나타낸다. 이 청자색을 540 nm에서 측정하였다.

Albumin함유량의 측정은 B.C.G.比色法을 사용하였다. 즉 0.02 ml의 血清에 Albumin발색시약 5.0 ml(pH 4.2)를 가하면 血清중의 Albumin은 발색시약중의 Bromocresol Green과 혼합하여 청을 나타낸다. 이 청색을 630 nm에서 측정하였다.

Globulin함유량의 측정은 총 蛋白함량-Albumin함량으로 계산하였다.

A/G ratio는 Albumin함유량/Globulin함유량으로 계산하였다.

Calcium함유량의 측정은 OCPC-method에 의거한 Calcium C-test(Wako pure chemical In. 제품)를 사용하였다. 즉 0.05 ml 血清에 pH 11인 5 ml의 Buffer Solution (0.2% Borate buffer solution containing 5.4% menoethanolamine)을 넣어 잘 섞고 color reagent (OCPC solution containing 8 hydroxyguinolin)를 넣고 잘 혼합하여 5분 동안 정착한 후 2시간 이내에 570nm에서 측정하였다.

Glucose함유량의 측정은 Mutarotase. GOD method에 의거한 Glucose C-test (Wako Pure Chemical In. 제품)를 사용하였다. 즉 0.02 ml의 血清에 3.0 ml의 color solution (Mutarotase, Glucose oxidase, peroxidase, 4-Aminoanti-pyrine을 포함한 color agent에 0.05% phenol을 포함한

0.2M phosphate buffer (pH 7.4)을 넣고 잘 섞은 후  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 5분간 incubate하여 505 nm에서 측정하였다.

Urea함유량의 측정은 血清에서 Urea nitrogen 양을 측정하기 위한 In vitro Enzymatic colorimetric method에 의거한 Urea NB Test (Wako pure chemical In. 제품)를 사용하였다. 즉 0.02 ml의 血清에 채혈 직전에 제조한 color reagent solution 2.0 ml을 넣고 잘 섞어  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 15분간 Incubation한 후 color agent B(0.7% Sodium hydroxide와 sodium hypochlorite)를 2.0 ml을 넣고 잘 혼합한 후 다시  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 Incubation하여 570 nm에서 측정하였다.

## 結 果

각 실험동물들은 冬眠週期에 따라서 活動期, 潛入期, 冬眠期 및 覺醒期の 4期로 구분하여 血清成分을 다음과 같이 조사하였다.

### 뱀장어(*Anguilla japonica* Temminck et Schlegel)의 血液像

뱀장어는 수온이  $15^{\circ}\text{C}$  이하가 되면 급속히 식욕이 감퇴되고 수온이  $10^{\circ}\text{C}$ 가 되면 먹이를 섭취하지 않고 冬眠에 들어간다. 수온이  $15^{\circ}\text{C}$  전후가 최적 수온이며 1분간에 50회의 호흡을 한다. 본 연구에서 사용한 뱀장어의 冬眠過程 전 기간동안의 血清成分 변화는 표1과 같다.

즉 Total protein함유량은 活動期에  $3.83 \pm 0.75$  mg/ml이며 潛入期에 상당히 증가하여  $4.77 \pm 0.81$  mg/ml이고 冬眠期에는  $4.04 \pm 0.53$  mg/ml, 覺醒期에는  $4.18 \pm 0.36$  mg/ml로 역시 증가되어 있었다. Albumin함유량은 活動期에  $1.50 \pm 0.30$  mg/ml이고 潛入期이  $1.72 \pm 0.16$  mg/ml, 冬眠期이  $1.67 \pm 0.17$  mg/ml, 覺醒期이  $0.65 \pm 0.23$  mg/ml로서 潛入期이 가장 높았다. Globulin함유량은 活動期에  $2.33 \pm 0.73$  mg/ml이며 潛入期에는 상승되어  $3.05 \pm 0.72$  mg/ml이었고 冬眠期은  $1.67 \pm 0.17$  mg/ml 그리고 覺醒期이 가장 높아  $3.43 \pm 0.21$  mg/ml이었다. A/G ratio는 活動期에  $0.68 \pm 0.24$ , 覺醒期에  $0.61 \pm 0.21$ , 冬眠期에  $0.73 \pm$

**Table 1.** Serological change of eels under seasonal conditions.

Group		Total protein (mg/ml)	Albumin (mg/ml)	Globulin (mg/ml)	A/G ratio	Glucose (mg/ml)	Calcium (mg/ml)	Urea (mg/ml)
Active (Summer)	No.	15	15	15	15	15	15	15
	Mean	3.83	1.50	2.33	0.86	356.15	11.14	0.61
	S.D.	0.75	0.30	0.73	0.24	26.07	4.96	0.27
Pre-hibernating (Autumn)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	4.77	1.72	3.05	0.61	214.73	14.55	1.07
	S.D.	0.81	0.16	0.72	0.21	39.49	7.56	0.26
Hibernating (Winter)	No.	22	22	22	22	22	22	22
	Mean	4.04	1.67	2.34	0.73	144.96	7.93	0
	S.D.	0.53	0.17	0.41	0.26	53.30	3.70	0
Post-hibernating (Spring)	No.	16	16	16	16	16	16	16
	Mean	4.18	0.65	3.43	0.19	132.78	8.66	0
	S.D.	0.36	0.23	0.21	0.02	49.63	2.64	0

No., Number of animals; S. D., Standard Deviation

**Table 2.** Serological change of frogs under seasonal conditions.

Group		Total protein (mg/ml)	Albumin (mg/ml)	Globulin (mg/ml)	A/G ratio	Glucose (mg/ml)	Calcium (mg/ml)	Urea (mg/ml)
Active (Summer)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	3.45	1.80	1.65	1.38	64.80	24.63	18.27
	S.D.	1.45	0.50	0.86	0.63	5.60	8.95	7.42
Pre-hibernating (Autumn)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	3.91	2.29	1.63	1.54	85.91	26.42	20.30
	S.D.	1.43	0.75	0.59	0.16	24.36	6.27	7.21
Hibernating (Winter)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	2.39	1.95	0.80	2.76	80.88	8.70	17.39
	S.D.	0.58	0.20	0.38	1.25	22.27	1.14	8.21
Post-hibernating (Spring)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	3.56	0.69	2.86	0.29	66.4	3.86	0
	S.D.	1.45	0.17	1.44	0.13	10.43	0.90	0

No., Number of animals; S. D., Standard Deviation

0.26, 覺醒期는  $0.19 \pm 0.02$ 였다. Glucose함유량은 活動期에  $356.15 \pm 26.07$  mg/ml 이였고 潛入期에는  $214.73 \pm 39.47$  mg/ml, 冬眠期에  $144.96 \pm 53.3$  mg/ml, 覺醒期에는 아주 감소되어  $132.78 \pm 49.63$  mg/ml이었다. Calcium함유량은 活動期에  $11.14 \pm 4.96$  mg/ml이였고 潛入期에는  $14.55 \pm 7.56$  mg/ml로 증가되었다가 冬眠期에  $7.93 \pm 3.70$  mg/ml, 覺醒期에는  $8.66 \pm 2.64$  mg/ml로 비교적 낮은 수준에 머물러 있었다. Urea는 動物冬眠期와 覺醒期에는 나타나지 않았는데 반하여 活動期에는  $0.61 \pm 0.27$  mg/ml에서, 潛入期에는  $1.07 \pm 0.26$  mg/ml로 증가를 보였다.

#### 개구리(*Rana nigromaculata* Hallowell)의 血液像

본 실험에 사용한 개구리의 冬眠過程 血清成分의 변화는 표2와 같다.

즉 Total protein함유량은 活動期에  $3.45 \pm 1.45$  mg/ml이였고 潛入期에는 증가하여  $3.91 \pm 1.43$  mg/ml였으며, 冬眠期에는 감소하여  $2.39 \pm 0.59$  mg/ml이였고, 覺醒期에는  $3.56 \pm 1.45$  mg/ml로서 活動期 수준으로 증가하였다. Albumin함유량은 活動期에  $1.80 \pm 0.50$  mg/ml이였고, 潛入期에는 상당한 증가를 보여  $2.29 \pm 0.75$  mg/ml, 冬眠

**Table 3.** Serological change of snakes under seasonal conditions.

Group		Total protein (mg/ml)	Albumin (mg/ml)	Globulin (mg/ml)	A/G ratio	Glucose (mg/ml)	Calcium (mg/ml)	Urea (mg/ml)
Active (Summer)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	2.60	1.00	1.60	0.63	16.2	15.65	—
	S.D.	0.56	0.38	0.32	0.21	8.2	7.09	—
Pre-hibernating (Autumn)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	4.29	1.98	2.31	1.39	21.20	31.52	—
	S.D.	1.09	0.34	1.08	0.37	7.23	11.13	—
Hibernating (Winter)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	4.65	2.13	2.52	1.47	21.55	9.88	—
	S.D.	1.67	0.47	1.37	0.36	8.28	2.92	—
Post-hibernating (Spring)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	5.29	1.03	4.27	0.25	24.87	9.98	0
	S.D.	1.23	0.37	1.83	0.14	8.31	3.21	0

No., Number of animals; S. D., Standard Deviation

**Table 4.** Serological change of squirrels under seasonal conditions.

Group		Total protein (mg/ml)	Albumin (mg/ml)	Globulin (mg/ml)	A/G ratio	Glucose (mg/ml)	Calcium (mg/ml)	Urea (mg/ml)
Active (Summer)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	6.96	2.59	4.37	0.66	80.98	10.98	35.54
	S.D.	2.36	0.78	1.85	0.26	21.47	3.19	10.50
Pre-hibernating (Autumn)	No.	10	10	10	10	10	10	10
	Mean	9.32	3.30	6.02	1.09	115.08	12.88	48.95
	S.D.	2.51	0.50	2.00	0.61	55.78	4.34	19.55
Hibernating (Winter)	No.	10	10	10	10	10	10	10
	Mean	7.99	2.70	5.30	0.51	73.32	8.26	28.13
	S.D.	2.26	0.78	1.54	0.09	18.43	2.37	7.62
Post-hibernating (Spring)	No.	20	20	20	20	20	20	20
	Mean	3.73	1.03	2.70	0.40	229.35	7.37	0
	S.D.	1.50	0.34	0.64	0.03	85.45	2.13	0

No., Number of animals; S. D., Standard Deviation

期는  $1.95 \pm 0.20$  mg/ml, 覺醒期에는  $0.69 \pm 0.17$  mg/ml로 저하되었다. Globulin함유량은 活動期에  $1.65 \pm 0.86$  mg/ml이었고, 潛入期에는  $1.63 \pm 0.59$  mg/ml인데 비하여, 冬眠期에는  $0.80 \pm 0.38$  mg/ml로 현저히 감소되었으며 覺醒期에는 상당히 증가되어  $2.86 \pm 1.44$  mg/ml이었다. A/G ratio는 活動期에  $1.38 \pm 0.63$ 이었고, 覺醒期에  $1.54 \pm 0.16$ , 冬眠期에는  $2.70 \pm 1.25$ , 覺醒期에는  $0.29 \pm 0.13$ 이었다. Glucose함유량은 活動期에  $64.80 \pm 5.60$  mg/ml인데 비해 潛入期에는 많은 증가를 보여  $85.91 \pm 24.36$  mg/ml이었고, 冬眠期에는  $80.88 \pm 23.27$  mg/ml, 覺醒期에는  $66.4 \pm 10.43$  mg/ml로

活動期 수준에 이르렀다. Calcium의 양은 活動期에  $24.63 \pm 8.95$  mg/ml이었고, 潛入期에는  $26.42 \pm 6.27$  mg/ml인데 비하여 冬眠期和 覺醒期에서는 각각  $8.70 \pm 3.14$  mg/ml,  $3.86 \pm 0.90$  mg/ml로서 극심한 감소를 보이고 있었다. Urea함유량은 活動期에  $18.27 \pm 7.42$  mg/ml, 潛入期에  $20.30 \pm 7.31$  mg/ml 그리고 冬眠期에는  $17.39 \pm 8.21$  mg/ml이었는데 비하여 覺醒期에서는 검출되지 않았다.

**살모사(Agkistrodon halys brevicaudus Stejneger)의 血液像**

본 실험에 사용한 살모사의 冬眠過程내의 血液

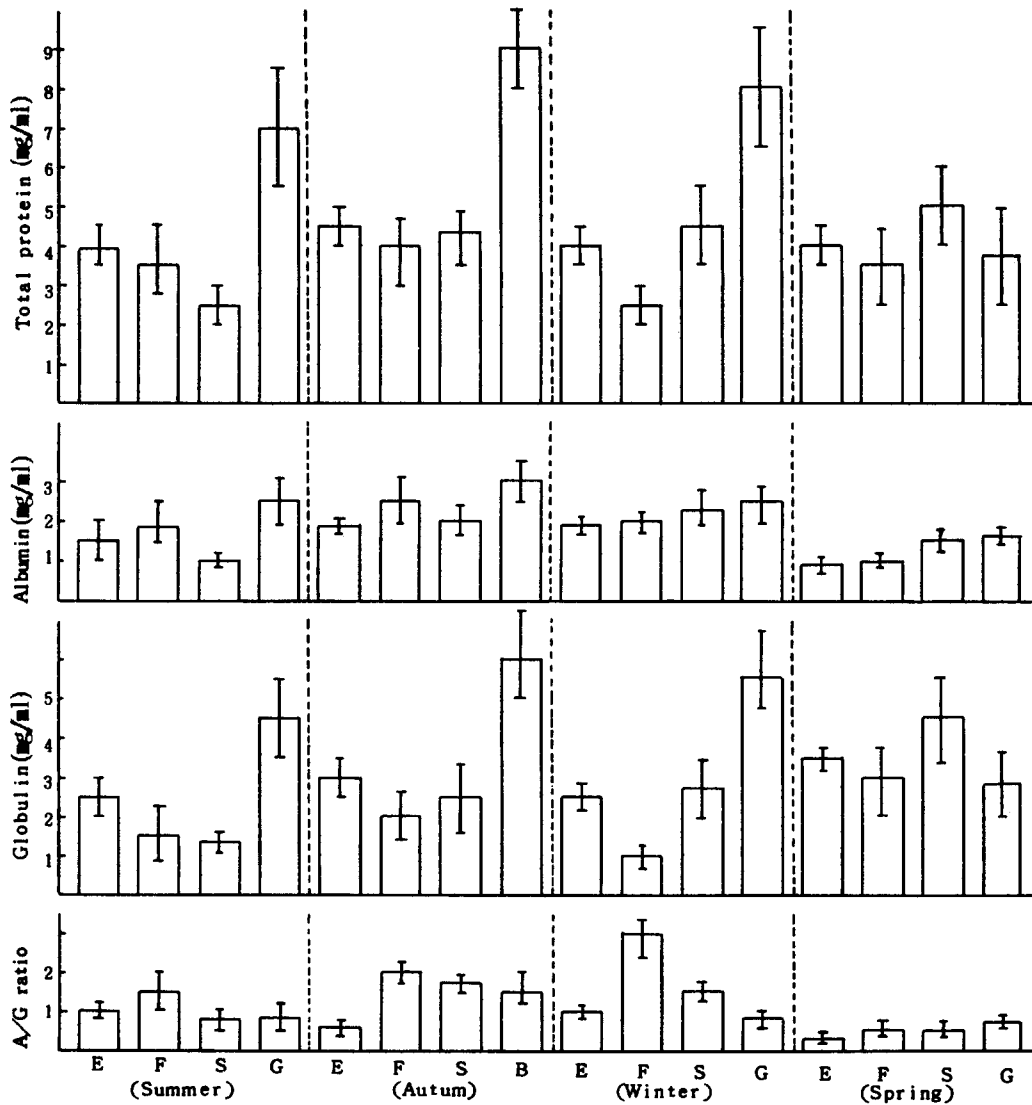


Fig. 1. Serum components changes of the each animals under seasonal condition. (Total protein, Albumin, Globulin, A/G ratio)

\*E: Eel F: Frog S: Snake G: Ground squirrel

成分의 변화는 표3과 같다. 즉 Total protein 함유량은 활동기에  $2.60 \pm 0.56$  mg/ml인데 비하여潛入期부터는 상당히 증가되어  $4.29 \pm 1.09$  mg/ml이었고, 冬眠期에는  $4.65 \pm 1.67$  mg/ml이었다. 覺醒期에는  $5.29 \pm 1.23$  mg/ml에 이르고 있다. albumin 함유량은 활동기에  $1.00 \pm 0.38$  mg/ml이

었고, 潛入期에는  $1.98 \pm 0.34$  mg/ml, 冬眠期에는  $2.13 \pm 0.47$  mg/ml, 覺醒期에  $1.03 \pm 0.37$ 이였다. Globulin 함유량은 변화가 심하여 활동기에  $1.60 \pm 0.32$  mg/ml인데 비하여 潛入期에  $2.31 \pm 1.08$  mg/ml로 증가하였고, 冬眠期에는  $2.52 \pm 1.37$  mg/ml, 覺醒期에는  $4.27 \pm 1.83$  mg/ml로 현저

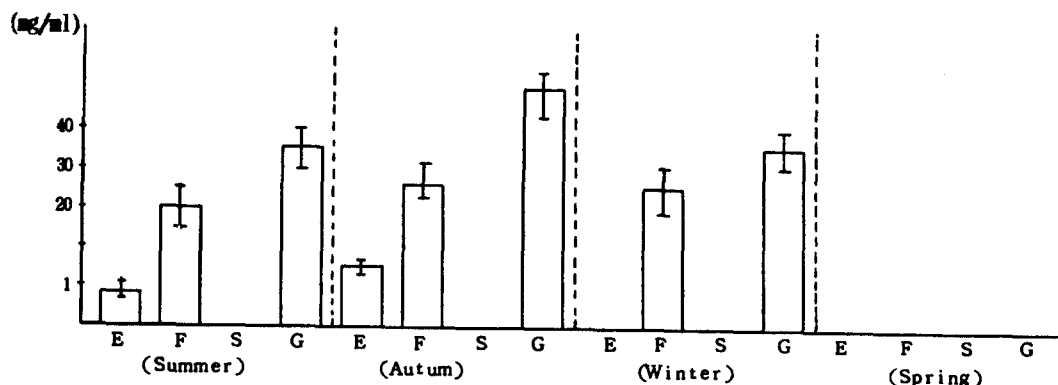


Fig. 2. Serum Urea changes of the each hibernating animals under seasonal condition.  
\*E: Eel F: Frog S: Snake G: Ground squirrel

히 증가하였다. Glucose함유량은 活動期에 21.20 ± 7.23 mg/ml, 冬眠期에 2.152 ± 8.31 mg/ml로서 큰 변화가 없었다. Calcium함유량도 변화가 다양하여 活動期の 15.65 ± 7.09 mg/ml에서 潛入期에는 31.52 ± 11.13 mg/ml로 두배정도 증가하였는데 비하여, 冬眠期에는 9.88 ± 2.92 mg/ml로 覺醒期에는 9.98 ± 3.21 mg/ml로 현저한 감소를 보였다. 그리고 血清 urea는 검출되지 않았다.

다람쥐(*Tamias stratus* Linnaeus)의 血液像

다람쥐의 冬眠過程 血液成分 변화는 표4와 같다. 즉 Total protein함유량은 活動期에 6.96 ± 2.36 mg/ml에서 潛入期에는 상당히 증가하여 9.32 ± 5.1 mg/ml였고, 冬眠期에는 7.99 ± 2.26 mg/ml였는데 비하여 覺醒期에는 많은 감소를 보여 3.73 ± 1.50 mg/ml였다. Albumin함유량은 活動期에 2.59 ± 0.78 mg/ml, 潛入期에 3.30 ± 0.50 mg/ml, 冬眠期에 2.70 ± 0.78 mg/ml였으며, 覺醒期에는 1.03 ± 0.34 mg/ml로 감소하였다. 이와는 달리 Globulin함유량의 변화폭은 비교적 커서 活動期에 4.37 ± 1.85 mg/ml인데 하여 潛入期에는 6.02 ± 2.00 mg/ml, 冬眠期에는 5.30 ± 1.54 mg/ml, 覺醒期에는 2.70 ± 0.64 mg/ml의 수준이었다. A/G ratio는 그 변화폭이 活動期에 0.66 ± 0.265, 潛入期에 1.09 ± 0.61, 冬眠期에 0.51 ± 0.09이고 覺醒期에는 0.50 ± 0.03이었다. Glucose함유량은 그 변화폭이 심하여 活動期에 80.98 ± 21.47 mg/ml이었고, 潛入期에 115.08 ± 55.78 mg/ml,

冬眠期에 73.32 ± 18.43 mg/ml로 낮았으며 覺醒期에는 229.35 ± 85.45 mg/ml로 현저히 증가하였다. Calcium함유량은 潛入期에 가장 높아 12.88 ± 4.34 mg/ml이었고 活動期에 10.98 ± 3.19 mg/ml, 冬眠期에 8.26 ± 2.37 mg/ml, 覺醒期에 7.37 ± 2.13 mg/ml순으로 점차 감소를 보였다. Urea함유량은 活動期에 35.54 ± 10.50 mg/ml이었고 潛入期에 48.95 ± 19.55 mg/ml, 冬眠期에 28.13 ± 7.62 mg/ml로 나타났으나 覺醒期에는 검출되지 않았다.

活動期, 潛入期, 冬眠期, 覺醒期에 따른 冬眠 動物들의 血液成分 變化의 比較

뱀장어, 개구리, 살모사, 다람쥐 등의 冬眠 過程에 따른 변화치를 비교하기 위하여 蛋白質代謝, 炭水化物代謝, 그리고 칼슘이온 변화의 관점에서 보면 다음과 같다.

蛋白質代謝: Total protein이 변화된 樣相은 그림 1에서 보는바와 같이 개구리, 뱀장어, 살모사, 다람쥐에서 상당한 차이를 보여 冬眠前에 증가하고 있으며 다른 변온동물에 비하여 상온동물인 다람쥐에서 평균치가 높았다.

Albumin치는 潛入期에 상승하고 冬眠期에 약간의 감소를 보이다가 覺醒期에 이르러 현저한 감소가 전 실험성적에서 나타났다.

Globulin치의 변화는 Albumin치와는 다르게 潛入期에 상당히 상승하고 있으며 冬眠期인 겨울철에 조금 감소를 보이다가 覺醒期인 봄철에 큰

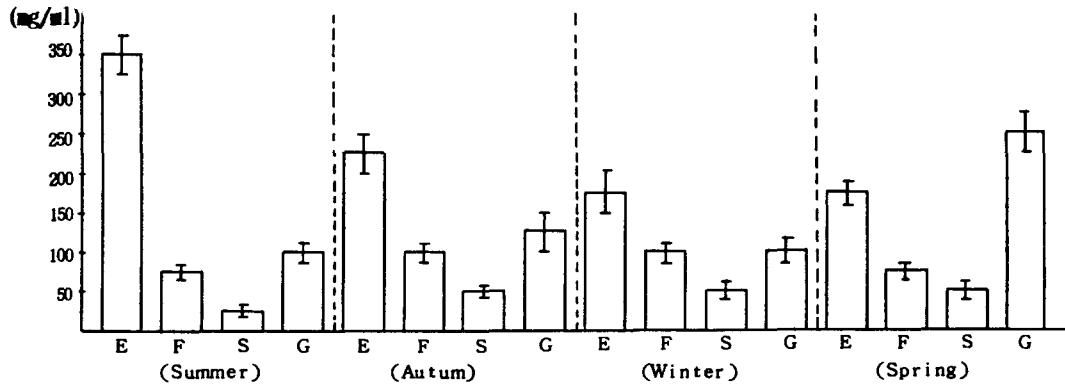


Fig. 3. Serum Glucose changes of the each hibernating animals under seasonal condition.\*E: Eel F: Frog S: Snake G: Ground squirrel

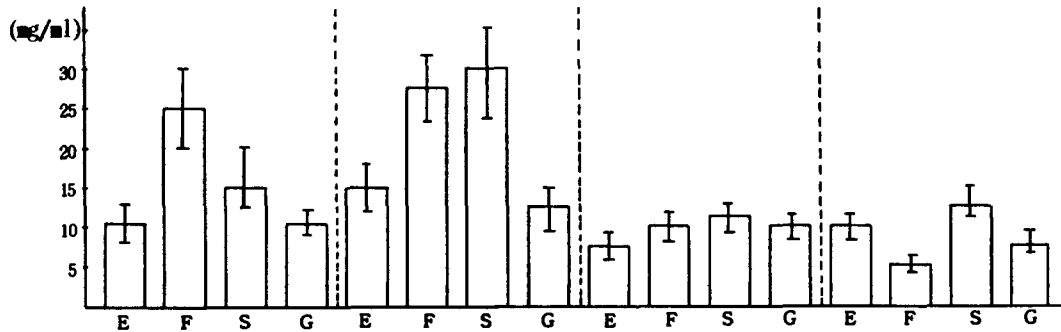


Fig. 4. Serum Calcium of the each hibernating animals under seasonal condition.  
\*E: Eel F: Frog S: Snake G: Ground squirrel

증가를 보였다. 특히하게 冬眠期에 개구리의 값만이 급격한 저하를 보였다. 다람쥐는 覺醒期에 감소하였다. 그림2에서 나타난 바와 같이 Urea의 계절적 변화는 큰 차이가 있어 성적을 나타내기가 어려웠다. 즉 潛入期에 약간 상승하고 冬眠期에는 오히려 저하되었고 覺醒期에는 전 冬眠動物에서 찾아 볼수가 없었다.

炭水化物代謝: 血糖변화의 성적은 그림3에서 나타난 것과 같이 각 冬眠動物들이 活動期에 비해서 潛入期에 감소되었고 冬眠期에는 상당한 低血糖수준에 머물렀다. 覺醒期인 봄철에도 다람쥐를 제외하고는 冬眠期水準의 血糖値를 나타냈다.

칼슘 대사: 血清 칼슘値의 변화는 그림4에서 나타난 것과 같이 活動期인 여름철에 비하여 潛入期

인 가을철에 증가를 보인다가 冬眠期인 겨울에 모든 冬眠動物의 칼슘 함유량이 비슷한 정도로 감소를 보이고 이러한 낮은 値는 覺醒期인 봄철까지 계속 되었다.

考 察

冬眠中の 物質代謝는 정상 活動기의 동물에서 나타나는 代謝와는 큰 차이를 보이고 있다. 代謝率이 증가되고 감소하는데는 여러가지 원인이 있기때문에 명백한 결론을 내리기에는 어려움이 많다. 벌새(humming bird)는 24시간당 잠잘때 10.3 cal를 소비하고 無氣力 상태일때 7.6 cal, 10°C에서 40°C로 체온을 상승시킬때 0.114 cal가 필요한



데 비하여 체중이 200 kg 정도의 곰은 10°C에서 30°C로 체온을 상승시킬때 24시간의 예정열량과 같은 5100 cal를 필요로하여 큰 대조를 이루고 있다 (Lyman and Chatfield, 1955). Benton(1980), Bona and Paul (1983) 등은 Garter snake에 있어서 주위온도가 9.5°C에서 12.5°C인 여름에 표준 대사는 6.5 W/Kg이고 주위온도가 5°C인 겨울에는 8.2 W/Kg로 나타났다. 한편 저온상태에서 어렵게 처리하면 성적감수성이 일어나고 암컷의 난황생성이 촉진된다고 하였으며 큰 멧닭의 경우에도 동일한 양상의 성적을 얻었다. 이와같이 여름철과 겨울철 그리고 冬眠中과 非冬眠中인 동물에서 그 대사율의 차이는 현저한데, 그 원인은 확실히 밝혀진 바 없다고 하였다.

血清蛋白質의 저하는 冬眠에 대한 "alarm reaction"이라고 Suomalainen (1948)과 Carpenter (1938)는 지적하고, 여러 蛋白質 성분의 재분배와 冬眠期間中 albumin분획의 증가는 자극의 만성상태에 상응한다고 하였다. 血清蛋白質成分의 변화는 冬眠의 생명활동을 이해하는데 꼭 필요하다고 이들 成分의 재분배와 가을철에 蛋白質 저하상태를 "Selye's adaptation"이라고 하였다. 또한 Svihla and Bowman (1952)는 albumin분획의 증가는 antithrombin의 양을 증가시키며 혈액응고 시간을 연장시킨다고 하며 면역의 주체가 되고 있는 혈청단백의 변화는 큰 관심거리가 되고 있다고 하였다. A/G ratio는 冬眠中인 두더쥐에 있어서 1월에 1.13, 冬眠이 연장된 3월에 0.995로 점차 감소를 보이고 活動期인 6, 7월경에 0.642로 저하하는데 (Biorck *et al*, 1956) 전체적으로 볼때 그 면역기능이 감소되고 있음을 알수 있다. 즉 r-globulin분획은 그 値가 다양하나  $\beta$ -globulin 値는 活動期에 2.92%인데 비하여 冬眠中(1월)에는 2.11%로 감소를 보였다. 아울러 두더쥐의 年中 血清 r-globulin의 함유량은 活動期中에는 9.94%였는 冬眠期中에는 0.52%로 감소하였고 覺醒期에는 0.48%로 감소되어감은 suomalaisen (1984) 등의 성적과 일치한다. 한편 冬眠 hamster의 경우  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  globulin에서는 별 차이가 없었으나  $\gamma$ -globulin에서 현저히 감소되어 免域의 감소설을 뒷받침하여 주고 있지만 이러한 결과들만으로는 면역감소설을 명확히 설명할수 없다고 한다

(South and Jeffy, 1958). 본 실험에서 조사한 뱀장어, 개구리, 살모사와 같은 변온동물의 총蛋白質量의 변화는 活動期에 각각 3.83, 3.45, 2.60 mg/ml 함유량이고 冬眠을 시작할 때는 각각 4.77, 3.91, 4.92 mg/ml로 상당한 증가를 보이고 있으며 冬眠期間中에는 점차 低下하였다가 覺醒期로 접어든 후에는 4.18, 3.56, 5.29 mg/ml로 活動期보다 더 높은 수준에 이르고 있다. 體液性 방어기전을 담당하는 Globulin 値의 변화는 뱀장어에서 潛入期에 상당히 상승(3.05 mg/ml)하고 冬眠期(2.3 mg/ml)에는 현저히 감소하여 앞선 연구자들의 결과와 상응함을 보여주고 있다. 개구리나 살모사의 경우도 표2와 3과 같이 감소를 보여 면역의 감소를 암시하고 있다. 다람쥐의 경우는 표4에서 처럼 총 단백질량은 活動期(6.9 mg/ml)에는 변온동물보다 상당히 높았고 潛入期(9.32 mg/ml)에 많은 증가를 보이고 있다. 冬眠期(7.99 mg/ml)에는 변온동물들의 성적과 같이 저하를 나타내나 覺醒期(3.73 mg/ml)에는 증가 보이지 않았는데 이것은 동물 개체의 성숙도, 체중 그리고 성별 등 일괄된 실험동물을 선정하지 못하였음 그 이유로 들수 있다.

冬眠의 過程中에 변화하는 室素代謝도 蛋白質成分의 변화와 더불어 흥미있는 일이며 많은 연구 보고들이 있다. Arctic ground squirrel의 血漿 室素 함량과 사람의 血漿 측정에서 total nitrogen이 차이가 없다면 그 nonprotein nitrogen과 Urea nitrogen은 사람보다도 다람쥐에서 그 농도가 높으며 (Musacchia and wilber, 1952), Woodchuck의 血中 Urea가 1.0%에 이르면 사망하나 冬眠中 높은 Urea도 자주 관찰되었다고 한다 (Kayser, 1957).

Rasmussen (1916)과 Carpenter(1983)에 의하면 冬眠中 총 室素 소비량의 최소치는 약 7mg/kg/24h이며 여름철 영양상태가 좋은 동물인 경우 500mg인데 비해 절식시킨지 1일에는 300mg으로 저하하고 절식상태가 수일경과한 후에는 60-70mg 정도로 심하게 저하되어 있다고 하며, 冬眠期間中 배설한 전 질소량은 활동동물의 수준에 비하여 1/10로 감소되며 그중 5%는 Ammonia로 배설된다고 한다. 사람에서도 단식하는 동안 같은 수준의 値(4.5%)를 나타내었으며 Amino-N

은 冬眠狀態, 飢餓, 攝食狀態에 속하여 있고 Urea-N(0.5%-1.3%)의 함량은 총 질소중에 최소 64.3%에서 최고 89%까지 차지 한다고 하였다. 또 질소섭취가 내적대사에 제한을 준다면 Urea-N(65%)은 저하하여 사람의 경우 단식 19일 때의 값과 상응하고 있는데 이 값은 Woodchuck의 飢餓 시작때와 같으며 본 실험의 Urea성적과 비교된다. 즉 표5에서 보여 주듯이 다람쥐의 경우 活動期(35.54 mg/ml)에 비해 潛入期(48.95 mg/ml)는 상당히 증가하였다가 冬眠期(28.13 mg/ml)에는 저하하고 覺醒期에는 검출되지 않았다. 다른 실험동물에서도 이와 비슷한 유형의 변화를 찾아볼 수 있었으나 살모사의 경우에는 전 冬眠期間 동안 Urea値를 구할수가 없었다. 그 이유는 질소대사의 최종산물로서 Urea를 생산하지 않는 살모사의 생리현상인 것으로 추정하나 확실하지 않다. 이와같은 Urea의 변화는 Benedict and Lee (1983)가 주장한대로 cretinine의 변동성은 冬眠의 심도와 어떤 관계가 있듯이 이 질소대사 산물들은 冬眠의 유발인자는 아니더라도 冬眠動物이 자가혼수를 일으키는데 기여하고 있다고 생각된다.

冬眠 全 過程에 따라 변화하는 炭水化物的 代謝는 여러 흥미있는 자료들이 많이 있다. 冬眠中인 hamster를 사용하여 동면상태와 비동면상태시에 혈당과 간장, 근육의 Glycogen値를 비교한 실험에 의하면 冬眠期때의 함량과 큰 차이를 보여주고 있으며 冬眠過程中 혈당과 glycogen은 내적으로 큰 의의를 가지고 있으나 各 動物의 覺醒期 사이에 다양한 차이가 있어 정확히 이해하기는 곤란하였다고 하며 hamster를 사용하여서 冬眠期和 覺醒期の 血糖値와 肝臟, 筋肉 그리고 心臟에 함유되어 있는 glycogen値를 측정하였던 바 冬眠期에는 血糖이 다소 높아져 있었으나 心臟 Glycogen値는 현저히 높았다고 한다 (Kayser, 1957). 따라서 低血糖(Hypoglycemia)는 冬眠過程에 필수불가결한 요소라고 생각할수 있고 실제로 marmot에 insulin을 주사하면 체온저하(hypothermia)를 유발시킬수 있고 hedgehog에 magnesium과 insulin혼합액을 주사하여도 이와 유사한 결과를 얻을수 있음은 (Suomalainen, 948) 低血糖이 冬眠의 유발인자라 생각할수 있으나 Lyman and

Chatfield (1955)은 이런 결과에 의문을 제기하고 있으며 다람쥐의 경우 血糖이 정상치를 보이고 있을때 冬眠한다는 보고도 있다 (Feinsclmidt and Federman, 1932; Musacchia and Wilber, 1952). marmot, 다람쥐 및 dormouse같은 설치류는 가을철에 대단히 비대하여지고 오랫동안 깨어나지 않는 상태에서 冬眠을 한다. 그러나 자연적인 冬眠과 실험실에서 일으킨 冬眠은 서로 다르다. 예를 들면 dormouse는 110일간 계속 冬眠을 하나 hamster어 경우 실험실에서 冬眠을 개시하기 전에 체중이 감소하고 평균 10일 정도 冬眠을 지속하였으며 이 기간동안에도 冬眠 개시후 수일이 지나면 깨어나서 먹이를 먹거나 물을 마시다가 다시 冬眠 상태로 돌아 간다고 한다 (Lyman and Chatfield, 1955; Kayser, 1957). 哺乳類의 冬眠 動物이 潛入期에 비만하여지는 것은 冬眠을 위하여 충분한 에너지를 저장하여 장기간 冬眠狀態를 유지하기 위해서라고 생각된다. 그러므로 장기간 冬眠하는 動物들의 血糖은 시간이 경과함에 따라 저하되어 가는 것을 예견할수 있다고 한다 (Lyman and Leduc, 1953). 冬眠中인 hamster의 血糖이 높은 이유가 무엇이든지 간에 일반적으로 낮은 血糖은 冬眠에 있어서 필수 불가결한 요인애을 분명히 알 수 있다. 더욱이 心臟 Glycogen의 높은 値는 覺醒期 즉 체온이 측정할 수 있을 정도로 상승하기 전에 심 박동율이 증가하고 있는 과정에서 心臟의 역할이 중요하다는 것을 강조하고 있다. 이것은 외부의 에너지의 공급이 없이도 覺醒過程을 시작하는 기능을 증가시킬수 있음을 의미하고 있다고 한다 (Chatfield and Lyman, 1954). 覺醒過程中 炭水化物的의 변화로서 肝臟과 筋肉의 Glycogen 値를 측정하여 본 결과 覺醒期の 말기에 감소한 것은 에너지 저장물이 아주 낮은 상태를 의미하며, 이 기간에 心臟의 glycogen도 活動期の 것에 비교하여 저하되어 있음을 보여주고 있다. 覺醒이 끝나는 마지막 2~3시간에 glycogen은 결핍이 일어나고 몸을 전율할때에 심장박동은 증가하며 체온도 급속히 상승한다. 이 기간중 에너지의 과도한 방출에도 불구하고 血糖은 정상수준에 머물러 있고 위험한 낮은 수준으로는 저하되지 않는다고 한다 (Lyman and Leduc, 1953). 본 실험에서 얻어진 覺醒期때의 뱀장어 血清 Glu-

cose値는 정상 活動期(356 mg/ml)와 비교하여 볼 때 潛入期(214 mg/ml)는 감소되고 시간이 경과됨에 따라 더욱 낮아져 冬眠期(114 mg/ml)에는 절반수준 이하로 유지하다가 覺醒期로 접어들면서 약간 상승(132.78 mg/ml)하고 있다. 개구리와 살모사의 경우는 이와 달라서 潛入期和 冬眠期에 오히려 상승하고 후기에는 거의 活動期の 값과 비슷하였다. 恒溫動物인 다람쥐의 血糖은 活動期에 비하여 潛入期에 이상하게 증가하고 (80.98 mg/ml)에서 (115.08 mg/ml) 冬眠期(73.32 mg/ml)에는 급격히 감소하였다가 이후 봄철 覺醒 완료시 (229.35 mg/ml)에는 현저한 증가를 보이고 있어 일괄성있는 相關關係를 찾기가 힘들었다.

전해질은 어떻게 冬眠의 生理에 작용하고 어떻게 변화하여 가는가? 이 문제를 해결하는 일환으로 血中  $Ca^{++}$  値를 조사하여 보았다. 전해질은 일찍부터 冬眠의 분명한 요인의 하나로서 일려져 있고 (Nitschke, 1932, Feinschmidt and Ferdmann, 1932), 신경 흥분의 지속의 血中  $Ca^{++}$  농도에 별 차이가 없는 결과들에 대해서는 의견들이 상반되고 있다. 이는 결과들의 변동성에 기인된다고 생각되어 진다. 또한 冬眠 고슴도치와 여러 動物에서 나타난 고칼슘혈증 발생비율 또는 칼슘 농도의 증가는 실제적 저온상태를 어떻게 조절하는가에 달려 있다고 보는 전해가 크며 (Elliott and Crison, 1947; Stefanovic, 1954; Biorck *et al.*, 1956), 血液내에  $CO_2$  농도의 축적이 과칼슘혈증을 유발시킨다고 한다 (Mcbirnie *et al.*, 1954). 저온 상태에서  $Ca^{++}$ 이 심근에 들어가고 이에 반해서  $K^+$ 이온이 나오는데 冬眠 2일후는  $K^+$ 値가 저하되다가 9주 후에는 다시 증가하나 활동상태에서는  $Ca^{++}$ 値가 변화하지 않고 연장된 冬眠 후에는 저하 하였다고 한다 (Riedesel, 1957). 본 실험에서  $Ca^{++}$ 농도는 각 동물과 冬眠過程 내에서 어떤 일괄성을 찾아볼 수 없었다. 다만 潛入期에 상승하다가 冬眠期로 접어들면 현저히 감소되고 覺醒期에서는 아주 낮은 수준을 보여 주었다. 예로서 다람쥐의 경우 活動期(10.98 mg/ml)보다 覺醒期(12.88 mg/ml)에 증가하고 冬眠期(8.26 mg/ml)로 접어들면서 상당한 감소를 보였고 覺醒期(7.37 mg/ml)에 이르러 더 심각한 감소현상을 보이고 있다. 특이한 성적을 나타낸 것으로는 뱀장

어에서 覺醒期(8.66 mg/ml)에 다소 증가한 경우와 覺醒期の  $Ca^{++}$ 농도 (31.52 mg/ml)가 活動期の 것보다 2배 증가된 살모사가 있다.  $Ca^{++}$ 과 Mg의 길항작용이 冬眠에 미치는 영향은 마취작용이라는 고전적 개념이 정립되어 있고 Solman(1953)에 의하면  $Mg^{++}$ 도  $Ca^{++}$ 과 더불어 10월초(3.2 mg/ml)보다 1월중 (5.4 mg/ml)에는 상당한 증가를 보였으며 2월말과 3월초(6.1 mg/ml)는 더 증가하여 본 실험의 결과와 그 유형을 같이하고 있다. 특히 우리는 온도의 저하에 따라 일어나는 체온저하 상태에서 더욱 血漿  $Mg^{++}$ 이 증가되고 일괄된 대사를 유지하는 정도의 체온저하와 혈장  $Ca^{++}$ 의 증가사이에 어떤 평형관계가 있으며 더욱  $Ca^{++}$ 의 농도가 冬眠中에 저하되어 감을 주목하여야 할것이다. 아울러  $Ca^{++}$ 과 포도당과 따뜻한 환경이 冬眠 動物을 회복시키는 데 필요하며 (Suomalainen, 1948), 저혈당의 쇼크가 일어나도록 관찰할수 있었으며 또한 많은양의  $Mg^{++}$ 이 마취작용을 하고  $Ca^{++}$ 은 神經과 筋肉에 작용하여 수축효과를 일으켜 冬眠을 유도하는 중요한 요인이 됨을 알수있다. 앞서 기술한 모든 결과와 본 실험의 성적들을 분석하여 볼때 冬眠은 物質代謝와 그 過程中에 변화하는 내적인자들의 상호관계에서 야기됨이 확실하다. 이러한 유발인자들의 변화가 적당한 자극으로서 冬眠을 유도하는 방아쇠 역할을 하듯이 복잡한 覺醒過程에도 물론 중요하다고 하겠다. 또한 組織과 器管에 영양물질이 축적되고 血液構成 成分의 과다나 결핍도 중요한 요인이라고 생각되어 진다. 궁극적으로 冬眠은 生物을 극단적인 환경속에서도 生命을 유지케하는 기전이다. 이 生理 現象의 규명은 최근 수명 연장에 대한 관심이 높아지고 인공으로 低溫狀態를 만들어 질병치료 또는 특수한 수술 과정에 이용코자 하는 목적과 일치한다. 본 연구에서는 언급되어있지 않는 내분비의 변화등 지속적이고 종합적인 연구가 절실히 요망되고 있다.

## 引用文獻

- Adolph, E. F., 1951. Responses hypothermia in several species of infant mammals. *Amer. J. Physiol.* 166:75-91.

- Benedict, F. G. and Lee, R. C., 1938. Hibernation and Marmot Physiology, Carnegie Institution of Washington Publ. pp. 497.
- Benedict, F. G. and Lee, R. C., 1938. Lipogenesis in the Animal Body With Special Reference to the Physiology of the Goose. Carnegie Institution of Washington Publ., pp. 497.
- Benton, H. H., 1980. The Encyclopedia Britanica, 15th macropadia Vol 5, pp 959-966.
- Biörck, G., Johansson, B. and Veige, S., 1956. Some laboratory data on hedgehogs hibernating and noon-hibernating. *Acta Physiol. Scand.* **37**:281-294.
- Bona, G. A., and Paul, L. R., 1983. Effects of temperature on sexual secretivity and avarian recrudescence in the garter snake, *Jhammophis parietaliss* *Herpetologica* **39**:173-182.
- Britton, S. W. and Silvette, H., 1937. Extremely prolonged survival of marmots after nephrectomy or adrenalectomy, *Amer. J. Physiol.* **119**:271-277.
- Carpenter, T. M., 1938. The partition of urinary of fasting and hibernating woodchucks (*Aroctomys Monax*), *J. biol. Chem.* **122**:343-347.
- Chatefield, P. O. and Lyman, C. P., 1954. An unusual structure in the floor of fourth ventricle of the golden hamster (*Mesocricetus auratus*) *J. Comp. Neur.* **101**:255-236.
- Dworkin S. and Finney, W. H. 1927. Artificial hibernation in the woodchuck (*Arctomys marmota*). *Amer. J. Physiol.* **80**:75-81.
- Dische, Zo., Fleischman, W. and Trevanij, E., 1931. Zur Frage des Zusammenhanges zwischen Winterschlaf und Hypoglykamie. *Pflug. Arch. Ges. Physiol.* **227**:235-238.
- Endres, G., 1930. Observations on the certain physiological processes of the marmot. IV. Blood sugar. *Proc. Roy. Soc. B.* **107**:241-247.
- Elliott, H. H. and Crismon, J. M., 1947. Increased sensibility of hypothermic rats to injected potassium and the influence of calcium, digitalis and glucose on survival. *Amer. J. Physiol.* **151**:366-372.
- Foster, M. A., 1939. Hibernation and the endocrines, *Endo. Crinol.* **24**:603-612.
- Ferdmann, D. and Feinschmidt, O., 1932. Der Winterschlaf. *Ergebn. Biol.* **8**:1-74.
- Feinschmidt, O. and Ferdmann, D., 1932. Beitrage zur Biochemie des Winterschlafes Uber die chemischer Bestandteile des Blutes Winterschlafender Tiere. *Biochem. Z.* **248**:108-114.
- hendereson, A. R., 1966. Induced hypothermia not artificial hibernation. *J.A.M.A.* **198**:998-1007.
- Kallen, F. C., 1960. Plasma and blood volume in the little brown bat. *Am. J. Physiol.* **198**:992-1000.
- Kayser, C. H., 1940. Les échanges respiratoires des hibernants' áletat de sommeil hibernal. *Ann Physiol.* **16**:12-221.
- Kayser, C. H., 1957. Le sommeil hiver, probleme de thermoregulation. *Rev. Canad. Biol.* **16**:303-389.
- Klar, E., 1938. Zur Kenntnis des Chemismus des Winterschlafes. *Z. Ges. Exp. Med.* **104**:105-115.
- Lyman, C. P., 1948. The oxgen consumption and temperature regulation of hibernating hamster. *J. Exp. Zool.* **109**:55-78.
- Lyman, C. P., 1953. Hibernation and cortical activity in the woodchuck (*Marmota monax*) *Science.* **117**:53-534.
- Lyman, C. P., and Leduc, E. H., 1953. Changes in blood sugar and tissue glycogen in the hamster during arousal from hibernation. *J. Cell. Comp. Physiol.* **41**:471-492.
- Lyman, C. P. and Chatfield, P. O., 1955. Physiology of hibernation in mammals. *Physiol. Rev.* **35**:420-425.
- Lyman, C. P., 1957. The effect of hibernation as the replacement of blood in the golden hamster, *J. Exp. Zool.* **136**:471-485.
- Lyman, C. P., 1959. Blood pressure and other measurement on ground squirrel during the hibernating cycle, *Fed. Proc.* **18**:96-102.
- Mcbimie, J. E., Pearson, F. G., Trusler, G. A., Karachi, H. H. and Bigelow, W. G., 1954. Physiological studies of the ground hog. *Canad. J. Med. Sci.* **31**:421-430.
- Mrosovsky, N., 1968. The adjustable brain of hibernators. *Sci. Amer.* **218**:110-118.
- Musacchia, X. J. and Wilber, C. G., 1952. Studies on the biochemistry of three arctic ground squirrel. *J. Mammal.* **33**:35-362.
- Nitschke, A., 1932. Über die Beeinflussung des winterschlafes durch bestrahltes Ergosterin. *Z. Ges. Exp. Med.* **82**:22-235.
- Pengelley, E. T. and Fisher, K. C., 1961. Rhythmical arousal from hibernation in the golden-mantled ground squirrel, *Citellus lateralis tescorum*. *Can. J. Zool.* **39**:105-120.
- Person, R. S., 1950. Effects of temperature on the CO<sub>2</sub> retention by the blood of some mammals. *Dokl. Akad. Nauk. USSR.* **70**:339-342.
- Pombrey, M. S., 1903. Further observations upon the respiratory exchange and temperature of hibernating mammals. *Am. J. Physiol.* **29**:19-212.
- Quineke, h., 1958. Über die warmregulation beim Murmel their. *Arch. Exp. Path. Pharm.* **15**:1-21.
- Rasmussen, A. T., 1916. A further study of the blood gasses during hibernation in the woodchuck (*Marmota monax*). The respirator capacity of the blood. *Amer. J. Physiol.* **41**:162-170.
- Rasmussen, A. T. and Rasmussen, G. B., 1917. The volume of the blood during hibernation and other

- periods of the year, in the woodchuck (*Marmota monax*), *Amer. J. Physiol.* **44**:13-148.
- Riedesel, M. L., 1957. Serum magnesium levels in mammalian hibernation. *Trans. Kansas Acad. Sci.* **60**:99-141.
- Richter, C. P., 1937. Hypophyseal control of behaviour. *Cold spring Harbour Symp. Quant. Biol.* **5**:258-266.
- Sollmann, T., 1953. A manual of Pharmacology, Sound Press. London, Philadelphia.
- South, F. E. jr. and Jeffy, H., 1958. Alterations in serum proteins of hibernating hamster. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.* **96**:885-889.
- South F. E., 1958. Alterations in serumproteins of hibernating hamster. *Prov. Soc. Exp. Med.* **98**:882-887.
- Stefanovic, M. P., 1954. Sur la composition chimique du sang du rat dans l'hypothermie lethargique. *Bull. Soc.* **36**:1151-1161.
- Stuckey, J. and Coco, R. M., 1942. Comparison of the blood picture of active and hibernating ground squirrels. *Amer. J. Physiol.* **137**:543-435.
- Suomalainen, P., 1948. Insuline and hibernation, *Acta. Physiol. Scand* **16**:53-61.
- Suomalainen, P., 1953. Hematological changes in the hibernating golden hamster (*Mesocetus auratus*), *Exp. Cell. Res.* **3**:332-338.
- Suomalainen, P., 1953. Further investigation on the physiology of hibernation, *Sitzungsber. Finn. Akad. Wiss.* pp. 138-144.
- Suomalainen, P. and Karppanen, E., 1956. Einfluss des winterschlafes and das Albumin verhaltenis des gelsersums, *Suom. Kem.* **29**:74-75.
- Svihla, a. and Bowman, H. r., 1952. Oxygen-carrying capacity of the blood of dormant ground squirrels, *Amer. J. Physiol.* **171**:47-481.
- Vidovic, V. L., 1954. Studies on the adrenal and thyroid glands of the ground squirrel during hibernation, *J. Endocrinol.* **2**:125-133.
- Weigmann, R., 1963. Zur Kaltbestandigkeit Poiklothermer Tiere. *Untersuchungen an Zentralbl.* **56**:30-322.
- 박봉섭, 1978. 동물의 동면이 혈액상에 미치는 영향. 미꾸리, 두렁허리, 개구리, 까치살모사, 집박쥐의 동면시 혈액의 혈구치, 혈색소 및 혈액수분 함량을 중심으로 조선대학교 문리대 논문집 pp. 115-130.
- 안의태, 권홍식, 1974. 동면주기에 따른 집박쥐(*Pipistrellus abramus abramus* Temminck) 위장관 점액세포의 형태학적 변화, 카톨릭 대학 의학부 논문집, **26**:21-35.
- 이정무, 배성호, 신현찬, 채의업, 1974. 개구리 심전도 및 혈액상이 계절에 따른 변화, 대한생리학회지, **8**:33-44.
- 오영근, 1979. 한국산 관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum* Korea)의 동면에 관한 생태학적 연구 대한해부학회지, **12**:69-76.
- 木下好治, 1936. べらの冬眠並に垂眠について, 日動. 雜. **47**:789-799.

(Accepted October 5, 1988)

---

**Studies on the Blood Pictures of Hibernating Animals**

Young Bok Rho (Dept. of Biology, College of Natural Science, Chosun University,  
KwangJu 501-140, Korea)

In order to the biochemical change of the serological components of hibernating animals, eels (*Anguilla japonica* Temminck et Schlegel), frogs (*Rana nigromaculata* Hallowell), snakes (*Agkistrodon halys brevicaudus* Stejneger), squirrels (*Tamias striatus* Linnaeus) which were collected around Gwangju city and the Chunnam area were observed in accordance with the phases of hibernation. The author described the hibernating cycle as active (June-July), prehibernating (October-November), hibernating (December-January) and posthibernating phase (March-April). The values of total protein, albumin, globulin, A/G ratio, calcium, glucose and urea were chiefly investigated in their serum. The results are as following: Total protein was shown to be considerable in eels, frogs, snakes, squirrels and increased in prehibernation. Especially, the mean value was high in squirrels. Albumin values was increased during prehibernation. But a little decrease was shown during hibernating and an outstanding decrease during posthibernation. The globulin value increased considerably during prehibernation but decreased a little during hibernation phase. Changes of urea were shown to be considerable according to the stage of each hibernation. A little increase was shown during prehibernation and decrease during hibernating stage. but urea was not found in posthibernation in any experimental animals. The glucose value was generally decreased during prehibernation. An extremely little increase in glucose was shown during hibernation (hypoglycemia). All hibernating values except those for squirrels in spring posthibernating phase were at almost the same level. The calcium value was shown to be considerable during prehibernation in comparison with active phase. The same level of decrease was represented in all kinds of animals and continued at the stage of posthibernation.