

無尾類 數種의 自然集團에 있어서의 性比 調査
(韓國產 兩棲類의 性比에 관한 研究 1)

姜 永 善 · 梁 瑞 榮

(서울大學校 文理科大學 動物學科)

The Sex Ratio of *Anura* in Natural Population
(The Studies on the Sex Ratio of Amphibia in Korea 1)

KANG, Yung Sun and YANG, Suh Yung

(Dept. of Zoology, College of Liberal Arts and Sciences, Seoul National University)

[1960年 11月30日 接受]

SUMMARY

For the study on the sex ratio in natural populations of the different localities, the amphibian species were collected as the materials at the seven localities in Korea, and were obtained the following results.

The sex ratios of each amphibian species suggest that each has its own specific sex ratio as the following list.

Rana nigromaculata H. : 109.39, *Rana rugosa* Sch. : 67.44, *Rana temporaria coreana* O. : 158.45, *Hyla arborea japonica* G. : 137.70.

In *Rana nigromaculata* H. the average sex ratio was 109.39 as the above list, and it was reached statistically significant level according to the different localities. The sex ratio was generally higher in the eastern area than that in the western area in this country. The sex ratio of the adult frogs of *Rana nigromaculata* H. was 135.18, and it has a statistically significant level by each locality but the sex ratio of the younger frogs of the same species was 100.97 which was a little lower than that in the adult, and it was not laid at a significant level according to the localities.

There is no doubt that the difference of sex ratios according to the localities was mainly due to the different ratios of the adult frogs which were effected on the constitution of sex by environmental factors in each locality.

序 論

有性生殖으로 그 種族을 維持하여 가는 動物에 있어서는 雌雄의 性比에 관한 問題가 重要視되며 이에 대한 遺傳學的 細胞學的 研究가 많이 되어 오고있다. 動物에 있어 雌雄의 어느 한편의 性이 決定된다 함은 역시 遺傳因子에 의하여 支配되는 것이라 보아야 하겠으나 性 決定의 要因을 遺傳因子에만 局限시킬 수는 없고 環境도 考慮되어야 한다. 雌雄의 兩個體에서 形成된 配偶

자가 受精을 할 때 이미 그 性은 決定이 되는 것이라 하겠으나 이 性이 그대로 發現된다고 하면 配偶者 形成 때 雌配偶자와 雄配偶자에서 雌雄의 性을 決定지을 遺傳因子는 同一한 比率로 생길 것이며 따라서 子息에서 發現되는 性比는 1 : 1로 될 것이 期待되나 實際에 있어서는 그렇지 않고 動物에 따라 性比가 다르며 環境要因의 영향의 支配를 받아 性比는 顯著히 달라지게 되는 것이다.

Harada ('34)는 橈脚類에서 그리고 Pipkins et al, Mather ('56), Paik ('58) 등은 초파리의 自然集團 속에서

種에 따라 性비가 각각 다를 것을 보았고 Parkes ('24), King ('27), Makino ('51) 등은 백취에서 각 系統에 따라 性비가 다르고 또한 季節에 따라서도 性비가 달라진다고 하였다.

D'Amour ('34), Chaudhuri ('28), Cole et al ('14), Colin ('31), Kardynowicz ('36), Kawabe ('47), Lush ('25), Koltzoff ('33) 등은 家畜에다 여러가지 物理的, 化學的 處理를 하여 環境條件을 달리 했을때 性비에 變化가 생기며 따라서 環境條件이 性비에 커다란 영향을 끼친다고 하였다.

兩棲類의 性비에 관해서도 比較的 많은 研究가 되어 있는데 주로 實驗室안에서 여러가지로 環境條件을 달리 했을때 性비에 差異가 나타남을 보았다. (Pflüger '32, Hertwig, '07, '12; King, '09; Kuschakewitsch, '10; Witschi, '14, '29; Piquet, '30; Gallien, '37, '38; Puckett, '39, '40).

筆者들은 韓國產 兩棲類의 自然集團속에서 無尾類 數種의 性비(種別性比)를 調査하는 한편 같은 種이 地域에 따라 性비에 差異가 있는가를 보았고 成蛙와 幼蛙의 性비는 어떠한가를 調査하여 몇가지 事實을 알았기에 여기 報告하고자 한다.

報告에 앞서 材料蒐集 및 整理에 積極 協力해준 敎室員一同과 特別 統計處理方法에 助言을 아끼지 않으신 趙完圭氏에게 깊은 感謝를 드리는 바이다.

材料 및 方法

1959年 6月~10月 사이에 서울外 6個地域(大川, 光州 濟州道, 大邱, 浦項, 蔚珍)에서 *Rana nigromaculata* H. 3,993個體, *Rana rugosa* ScH. 504個體, *Rana temporaria coreana* O. 734個體, *Hyla arborea japonica* G. 454個體, 計 5,685個體를 採集하여 外部形態 및 生殖器로 雌雄을 鑑別하여 다음 事項에 관하여 調査하였다.

1. 地方別 性比

Rana nigromaculata H. 의 性비가 각 地域에 따라 어떠한 差異가 있는가를 알기 위하여 각 地域別 性비를 比較 檢討하였다.

2. 幼蛙와 成蛙의 性比

Rana nigromaculata H. 을 材料로 하여 今年에 出生한 것(이하 幼蛙라 稱함)과 昨年以前(二年生以上)에 出生한 것(이하 成蛙라 稱함)으로 二分하여 이 兩者間의 性비를 比較하였다. 幼蛙와 成蛙의 識別은 각 個體의 體長과 生殖器의 發達狀態를 보아서 區別하였다.

3. 種에 따른 性比

같은 地域에서 採集된 材料중에서 統計적으로 取扱할 수 있는 個體數가 採集된 種을 擇하여 각 種間의 性비를 比較하였다.

結果와 論議

1. 地方別 性比(*Rana nigromaculata* H.)

動物의 性비는 여러가지 遺傳的 環境的 要因이 關與해서 이루어 지는 것으로 그 중에서도 遺傳的 要因이 주가 된다고 하겠으나 環境要因도 遺傳要因에 못지않게 重要한 것이다. 어떤 한 種에 있어서 그 種이 지니는 遺傳的 形質은 同一하다 할지라도 그 形質을 發見시킵에 있어서는 環境要因의 많은 영향을 받게 되며 環境條件에 따라 形質發現에는 많은 差異를 나타나게 된다.

筆者들은 南韓의 上記 地域에서 採集한 *Rana nigromaculata* H. 의 性비를 調査하였는데 그 結果는 Table 1 과 같다.

Table 1. The sex ratio of *R. nigromaculata* H. according to the localities in Korea.

Localities	No. of Specimen	♀	♂	Sex ratio (♀=100)
Seoul	924	472	452	95.76 ± 0.98
Taechun	307	162	145	89.51 ± 5.31
Kwangju	515	256	259	101.17 ± 4.43
Cheju Is.	479	236	243	102.97 ± 4.47
Taeku	486	208	278	133.65 ± 7.00
Pohang	614	277	337	121.66 ± 4.43
Ulchin	668	296	372	125.68 ± 4.29
Total	3,993	1,907	2,086	109.39 ± 1.65

X² = 18.16

Table 2. The sex ratio of *R. nigromaculata* H. of western and eastern area of Korea.

Area	No. of Specimen	♀	♂	Sex ratio (♀=100)
Western	2,225	1,126	1,099	97.60 ± 2.09
Eastern	1,768	781	987	126.38 ± 2.49
Total	3,993	1,907	2,086	109.39 ± 1.65

Table 1에서 보는 바와 같이 性比는 각 地域에 따라 顯著한 差異가 있었으며 서울과 大川에서는 性比가 각각 95.76, 89.51로서 比較의 낮은 편이었고 光州와 濟州道에서는 101.17, 102.97로 그 性比가 대개 1:1이 되었으며 大邱, 浦項, 蔚珍에서는 각각 133.65, 121.66, 125.68로 그 性比가 顯著히 높았고 統計的으로 보아도 각 地域사이에는 有意한 差異가 있음을 보았다.

대체로 보아서 東部地方(大邱, 浦項, 蔚珍)은 西部地方(서울, 大川, 光州, 濟州道)에 比較해서 性比가 顯著히 높음을 알 수 있는데 (Table 2), 이는 中部를 境界로 하여 서로 다른 環境要因의 영향을 받는 까닭이 아닌가 推測된다.

이와 같이 遺傳的 構成이 同一하리라고 보는 한 種안에 있어서도 地域에 따르는 環境要因의 差異에 의하여 性比가 顯著히 달라지는 것이며 이러한 事實로 보아 어떤 種의 性比를 把握함에 있어서 어느 한 局限된 地域에서 採集한 材料만을 갖이고 그 種의 性比가 얼마라고 規定하기는 어려운 것이다. 따라서 여러 곳에서 採集한 材料를 對象으로 하여 그 性比를 얻어야 할 것이다.

本 調査에서 보면 *Rana nigromaculata* H. 의 性比는 平均 109.39로서 一般的으로 약간 큰 性比를 나타낼 수 있다.

Table 3. The sex ratio of younger(1 year old) *R. nigromaculata* H. according to the localities in Korea.

Localities	Age	No. of Specimen	♀	♂	Sex ratio (♀ = 100)
Seoul	1 year	736	381	355	93.18 ± 3.44
Taechun	"	257	132	125	94.70 ± 6.03
Kwangju	"	271	144	127	88.20 ± 5.70
Cheju Is.	"	430	209	221	105.74 ± 4.94
Taeku	"	417	183	234	127.87 ± 5.47
Pohang	"	364	179	185	103.35 ± 5.29
Ulchin	"	415	210	205	97.62 ± 4.74
Total	"	2,890	1,438	1,452	100.97 ± 1.87

$X^2 = 8.94$

2. 幼蛙와 成蛙의 性比(*Rana nigromaculata* H.)

위에서 본 바와 같이 *Rana nigromaculata* H. 의 性比는 각 地域에 따라 差異가 있음을 보았는데 그 原因이 果然 環境要因에 의해 되는 것인지 또는 각 地域의

集團에 따라 遺傳的 構成(性決定因子)을 달리 하므로서 나타난 結果인지 그렇지 않으면 環境要因과 遺傳要因의 相互作用에 의해서 나타나는 現象인지가 問題視 된다. 그래서 이들 사이에 어떤것이 直接 性比 構成에 關與하는가를 알기 위하여 幼蛙의 性比와 成蛙의 性比를 比較해 보았다.

Table 3에서 보면 幼蛙의 性比는 平均 100.97로서 거의 1:1이었고 大邱에서는 127.87로 性比가 높은 편이었으나 그밖의 地域에서는 대체로 비슷하였고 統計的으로 보아서도 有意한 差는 없었다. 外國에서 調査한 幼蛙의 性比(Table 4)도 1:1로 筆者들의 調査 結果와 一致하였다(Witschi, '30; Kawamura, '39).

Table 4. The sex ratio of younger *R. nigromaculata* in other countries.

Localities	Name of Collector	Species	Nno. of Specimen	♀	♂	Sexratio (♀ = 100)
Baltic area	Witschi	<i>R. temporaria</i>	1,142	577	565	97.92
Japan	Kawamura	<i>R. nigromaculata</i> H.	412	208	204	98.08
Korea	Authors	<i>R. nigromaculata</i> H.	2,890	1,438	1,452	100.97

다음 成蛙의 性比를 보면 幼蛙의 性比와는 顯著하게 달라서 Table 5에서 보는바와 같이 각 地域別에 따라 뚜렷한 差異를 보여 주고 있다.

Table 5. The sex ratio of adult frog (more than 2 years old) *R. nigromaculata* H. according to the localities in Korea.

Localities	Age	No. of Specimen	♀	♂	Sex ratio (♀ = 100)
Seoul	2 years	188	91	97	106.59 ± 7.52
Taechun	"	50	30	20	66.67 ± 11.50
Kwangju	"	244	112	132	117.86 ± 6.97
Cheju Is.	"	49	27	22	81.48 ± 12.89
Taeku	"	69	25	44	176.00 ± 15.74
Pohang	"	250	98	152	155.10 ± 7.65
Ulchin	"	253	86	167	194.19 ± 8.53
Total	"	1,103	469	634	135.18 ± 3.50

$X^2 = 23.01$

Table 5를 보면 成蛙의 性比는 平均 135.18로서 매우 높았고 地域에 따라 뚜렷이 差異가 있었으며 統計的으로도 有意한 水準에서 差가 있었다. 다만 온 地域 중에서

大川과 濟州道の 性比는 낮았는데 그 原因은 採集 個體數가 적었기 때문에 무엇이라 說明할수 없고 앞으로 더욱 調査해야 될 것으로 생각된다.

幼蛙와 成蛙의 性比를 比較해 보면 Table 6과 같다.

Table 6. The comparison of the sex ratio of adult *R. nigromaculata* with youger *R. nig.*

Age	No. of Specimen	♀	♂	Sex ratio (♀=100)
1 year	2,890	1,438	1,452	100.97±1.87
2 years	1,103	469	634	135.18±3.50
Total	3,993	1,907	2,086	109.39±1.65

$X^2=15.12$

Table 6에서 보면 幼蛙의 性比가 1:1인데 대하여 成蛙의 性比가 높은 것으로 보아 *Rana nigromaculata* H.의 地域別에 따른 性比의 差異는 成蛙의 性比에 따라서 다르게 나타난 것이라고 볼수 있다.

成蛙의 性比가 높은 原因은 幼蛙가 生長해 나가는 途

Table 6. a. The sex ratio of frogs according to species.

Locality	Species	No. of Specimen	♀	♂	Sex ratio(♀=100)
Taeku	<i>R. nigromaculata</i> H.	486	208	278	133.65±7.00
	<i>R. rugosa</i> SCH.	504	301	203	67.44±3.52
	<i>Hyla arborea japonica</i> G.	454	191	263	137.70±5.47

$X^2=39.20$

Table 7. b. The sex ratio of frogs according to species.

Locality	Species	No. of Specimen	♀	♂	Sex ratio(♂=100)
Ulchin	<i>R. nigromaculata</i> H.	668	296	372	125.68±4.29
	<i>R. temporaria coreana</i> O.	734	284	450	158.45±4.65

$X^2=4.55$

Homo로서 XX의 性染色體를 가지고 있으므로 性轉換이 이루어져서 雄이 되었을 경우 이 個體에서 形成되는 精子는 모두 X-染色體를 한개씩 갖게 되고 이 精子는 受精能力이 있는 것으로 (Witschi '29) 이것이 卵子和 受精을 하게 되면 거기서 생긴 個體는 모두 雌가 되어서 그 結果는 幼蛙의 性比가 1:1보다 낮아지게 될 것이다. 그런데 實際로는 幼蛙의 性比가 1:1로 나타나는 것으로 보아 成蛙의 性比가 높은 理由를 全적으로 性轉換만으로서 이루어진 것이라고 볼수 없겠고 한 또 雌幼蛙의 死亡率 如何가 많은 영향을 끼쳤을 것으로 생각된다.

중에 바깥 環境要因의 영향에 의해서 雌가 雄으로 性轉換을 이르렀거나 그렇지 않으면 性에 따라 環境에 대한 適應力에 差異가 있어서 雌의 死亡率이 雄보다 높아지며, 그 結果로 性比가 높아진 것이 아닌가 推測된다.

兩棲類에서 특히 無尾類는 雄이 雌보다 安定性을 더 두고 있어서 性轉換은 언제나 雌에서 雄으로 일어나며 그 反對의 경우는 일어나지 않는다 (Kawamura '50). 實驗室에서 無尾類에 高溫處理 (Witschi '29, '41), 過熟卵 形成 (Pflüger, '82; Hertwig, '07, '12; Kuschakewitsch, '10; Witschi, '14), 性激素注射 (Gallein, '37, '38) 등의 處理를 하였을 때 雌가 雄으로 쉽게 性轉換을 하는 事實을 밝혔거나 實際로 自然狀態에서도 雌가 雄으로 性轉換 途上에 있는 成蛙가 發見되었다. (Crew, '21; Witschi, '29; Christensen, '29; Evans, '31).

이와 같은 事實로 미루어 成蛙의 平均性比가 높은 것은 上記한 바와 같은 여러 環境要因의 作用에 의하여 雌가 雄으로 轉換한 때문이라고 볼수도 있겠으나 萬一 性轉換에 의해서만 成蛙의 性比가 높아졌다고 假定한다면 *Rana nigromaculata* H.의 雌는 遺傳의 由로 볼 때

性轉換을 全혀 考慮할수는 없으나 雌의 死亡率이 雄보다 높거나 雄이 雌보다 長壽함으로서 相對的으로 成蛙에서의 性比가 높아 진다고 볼수 있는데 이것은 어디까지나 假定에 不過한 것이며 本 調査 結果로는 무엇이라 斷言할수 없고 앞으로 多角度인 研究를 통해서 解決 될 問題라 보겠다.

3. 種에 따른 性比

動物의 性比는 種에 따라 각각 다르며 (Mather, '56; Paik, '58) 種에 따라서 性比가 높은 것, 같은 것, 낮은

것 등이 있는데 兩棲類의 性比는 種에 따라 어떠한가를 보기 위하여 同一 地域에 棲息하는 種 사이의 性比를 알아 보았다.

Table 7의 a, b,에서 보는 바와 같이 同一地域에 棲息하고 있어도 種에 따라 性比에 顯著한 差가 있음을 보았다.

要 約

1. *Rana nigromaculata* H.의 性比는 雄이 약간 높았고 (平均 109.39) 地域에 따라 性比에 有意한 水準에서 差異가 있었으며 東部地方은 西部地方보다 一般적으로 性比가 높았다.

2. *Rana nigromaculata* H.의 幼蛙와 成蛙의 性比를 比較해 본 結果 幼蛙의 性比는 거의 같고 (平均 100.97) 地域別로도 統計적으로 有意한 差異가 없었으며 한편 成蛙에서는 性比가 平均 135.8의 高率을 나타내며 地域別로도 統計적으로 有意한 差異가 있는 것으로 보아 각 地域에 따른 性比의 差異는 成蛙의 性比 差異에 따르며 그 原因은 環境의 影響에 의한다고 본다.

3. 種에 따라 性比는 有意한 水準에서 差異가 있었다.

文 獻

1. D'Amour, F. E. 1934. Effects of feeding sodium bicarbonate of lactic acid upon the sex ratio in rats. *Science* 79: 61—62.
2. Blair, W. Frank. 1951. Interbreeding of natural populations of vertebrates. *Amer. Nat.* 85: 9—30.
3. Bluhm, A. 1932. Über einer Fall von Beeinflussung des Geschlechtsverhaeltnisses der Albino Hausmaus durch Behandlung des Weibchen. *Z. I. A. V.* 62: 85—89.
4. Cagle, F. R. 1956. An outline for the study of an Amphibian life history. *Tulane Studies in Zool.* 4.
5. Chandler, S. B. 1930. Some effect of parathyroidectomy on progency and the sex ratio in albino rats. *Anat. Rec.* 45: 209—210.
6. Chaudhuri, A. C. 1928. The effect of injection of alcohol into the male mouse upon the secondary sex ratio among the offspring. *Brit. Jour. Exp. W. Biol.* 5: 185—186.
7. Cole, L. J. & Davis, C. L. 1914. The effect of

alcohol on the male germ cells, studied by means of double mating. *Science* 39: 76—477.

8. Colin, E. C. 1931. A comparison of the descendants of lead-poisoned male guinea-pig with those from untreated animals of the same inbred strain. *Jour. Exp. Zool.* 60: 427—484.
9. Crew, F. A. E. 1921. The sex ratio. *Amer. Nat.* LXXI: 737.
- Crew, F. A. E. 1921. Sex-reversal in frogs and toads. A review of the recorded cases of abnormality of the reproductive system and an account of a breeding experiment. *Jour. of Genetics* 2: 141—181.
10. 原田五十吉 (Harada, I.) 1934. 淡水産 橈脚類に於ける 雌雄比率に就て. *日本學術會報告* 3: 728—730.
11. Kardynowicz, M. K. 1936. Medium of varina in relation to the sex of the offspring in sheep. *Biol. Zhur.* 5: 915—926.
12. Kawabe, M. 1947. On some attempt to control sex ratio in mammals. A review. *Seibutu, Supplementary No. 1*: 129—136.
13. Kawamura, T. 1939. Artificial parthenogenesis in the frog. II. The sex of parthenogenetic frogs. *Jour. Sci. Hiroshima Univ. Series B, Div. 1, Vol. 7, Art 3.*
14. 川村智知郎 (Kawamura, T.) 1950. 兩棲類に於ける 雌雄性の決定と發現, 特に 無尾類と 有尾類との 差異に就て. *近代生物學の諸問題* 290—332.
15. Kawamura, T. & Chiuko Tokunaga. 1952. The sex of triploid frogs, *Rana japonica* G. I. *Sci. Hiroshima Univ. Series B, Div. I, Vol. 13, Art II.*
16. Kawamura, T. 1956. Isolating mechanisms in Japanese Amphibians. *Syudan Idengaku*
17. Koltzoff, N. K. & Schroeder, V. 1933. Artificial control of sex in the progeny of mammals. *Nature* 131: 329.
18. Lush, J. L. 1925. The possibility of sex control by artificial insemination with centrifuged spermatozoa. *Jour. Agr. Res.* 30: 893—913.
19. 牧野佐二郎·吉田俊秀 (Makino, S., T. Yoshida) 1951. シロネズミ及ドハツカネズミに於ける

- 性比の季節的變化. 遺傳の綜合研究 Ⅱ:127—137
20. Mather, W. B. 1956. The Genus *Drosophila* (Diptera) in eastern Queensland. II. Seasonal changes in a natural population. 1952—1953. *Aust. J. Zool.* **4**: 65—75.
21. Paik, Y. K. 1958. Seasonal changes in *Dro.* population at the two adjacent areas in Korea. Commemoration theses for the sixtieth birth-day of Dr. Chang Choon Woo.
22. Pipkins, Sarah B., and M.D. Rockille. Sex ratio in wild populations of *Drosophila*. *Genet. Soc. Amer.* **25**: 656.
23. Senning, W. C. 1940. A study of age determination and growth of *Necturus maculosus* based on a study of the parasphenoid bone. *Amer. Jour. Anat.* **66**: 482—485.
24. Storm, Robert M. & Richard, A. Pimental. 1954. A method for studying amphibian breeding populations. *Herpetologica.* **10**: 161—166.
25. Uchida, T. 1933. Testis grafts in a frog and their relation to sexuality. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido.* **2**
26. Winge, O. & Esben Ditlevsen. 1937. On some attempt to control sex determination by treatment of sperm in trout (*Salmo trutta*). *Comp. Rend. Trav. Lab. Car. Physiol.* **22**(7):121—140.
27. Witschi, E., 1929. A Development of gonads and transformation of sex in the frog. *Am. Naturalist.* **55**: 529—538.
- Witschi, E. 1929. studies on sex differentiation and sex determination in Amphibians. I. Development and sexual differentiation of the gonads of *R. sylvatica*. *J. Exp. Zool.* **52**: 235—265.
- Witschi, E. 1929. Studies on sex differentiation and sex determination in Amphibians. II. Sex reversal in female tadpoles of *R. sylvatica* following the application of high temperature. *J. Exp. Zool.* **52**: 267—291.