



石川県金沢市のノジコ囀りの 季節変化（暫定版）

○大坂英樹（トリルラボ）、出口翔大（福井市自然史博物館）

概要

日本本州で局所的に繁殖するノジコの囀り（歌）は地域差が大きい。この謎解きと歌による個体識別をめざし、音響分析を進めている。調査は石川県金沢市の沢沿いで、2023年5月12日から7月20日の8回調査し、合計で11時間26分録音した。分析が終了した2エリアの音響特性($n=233$ 、 $n=263$)は先行研究(Hamao20218)に比べ、最大周波数が一番高く、シラブル型数、歌の長さも最長だった。先行研究の調査地より囀りコストが大きい可能性がある。また、一方のエリアの歌は時期が進むと長さは短く、シラブル型数も少なくなり、7月にまた増えた。他方のエリアでは音響パラメータは5月に大きくばらつくが、6月、7月は小さかった。今後、繁殖行動との関連解明と囀りによる個体（エリア）判別を試みたい。

背景／目的

- ・ノジコ (*Emberiza sulphurata*) は日本本州中部以北で局所的に繁殖するホオジロ属の渡り鳥であり、その囀りは地域差がある (Hamao 2018) 。ノジコの繁殖分布は増えており (植田2021) 、RED-LISTはLCである (RedList2021) 。地域差の謎解きと囀りによる個体識別をめざして、ノジコ囀りの音響分析を進めている。
- ・ナワバリ毎に1～2週間毎に録音し、囀りの音響的パラメータが季節が進むに従い変化するかを調べるのが今回の調査目的である。

S. HAMAO *et al*, 2018 Geographic variation in Yellow Bunting songs, ORNITHOLOGICAL SCIENCE.

植田睦之, 2021 "全国鳥類はんん食分布の調査報告," 鳥類繁殖分布調査会.

RED LIST, The IUCN Red List of Threatened Species in 2021. <https://www.iucnredlist.org/ja/species/22720996/154686501>

調査方法

調査地と調査時間

- ・ 調査ルート（石川県横谷の1本の沢筋3Km）を往復し、聞かれたノジコの声を録音した。
- ・ 調査は2023年5月12日から7月20日の8回。
- ・ 開始時間は午前6時で調査は4～5時間である。
- ・ 録音時間は長短があり、囀り位置は20mメッシュの地図に落とした。
- ・ 個体識別したノジコのソングエリアを特定し（出口2023）、それと録音位置を重ね、囀り場所の間隔が80m以上離れているところをエリアとして分け、下流からA～Kと名付けた（エリアGは長すぎるので2つに分けた）。

今回の報告は分析の終わったエリアBとエリアHの結果報告である。

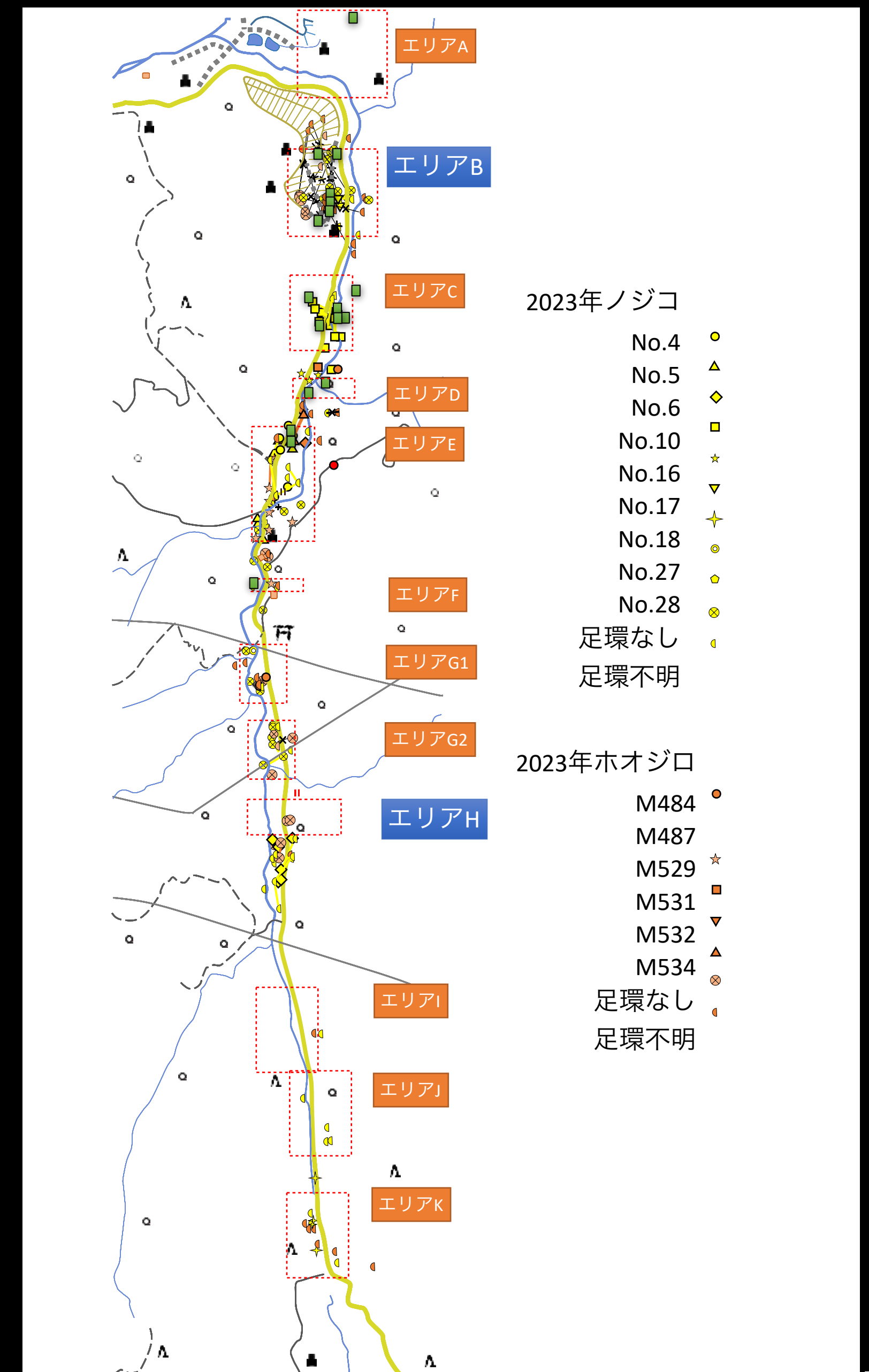


図1 録音場所(出口2023に加筆)



録音機材

- ・ 録音機はICレコーダ（Zoom:H6）にステレオコンデンサマイク（Rode:NT-6）を直径400mのパラボラアンテナ（SONY:PRB-400）に取り付けゲインを上げるためファントム電圧24Vで給電してマニュアル操作で録音した。
- ・ 録音フォーマットはPCM方式のWAV形式で、44.1KHzサンプリングである。



ICレコーダ（Zoom:H6）

分析方法

- webサービス(www.toriR.net)に録音データをuploadし、音声からスペクトログラム変換された図からノジコの歌を特定した。
- スペクトログラムのFFTサイズ：1024
- 表示の濃淡調整のため、音圧範囲と強調と圧縮を調整した。
- ノジコのそれぞれの歌について、開始(S)、終了(s)、最大周波数(M)、最小周波数(m)、最大ノート開始(N)・終了(n)、トリル開始(T)・終了(t)の各点の時刻と周波数と、ノート数、シラブル数、あればトリルの震える音素数を記録した。

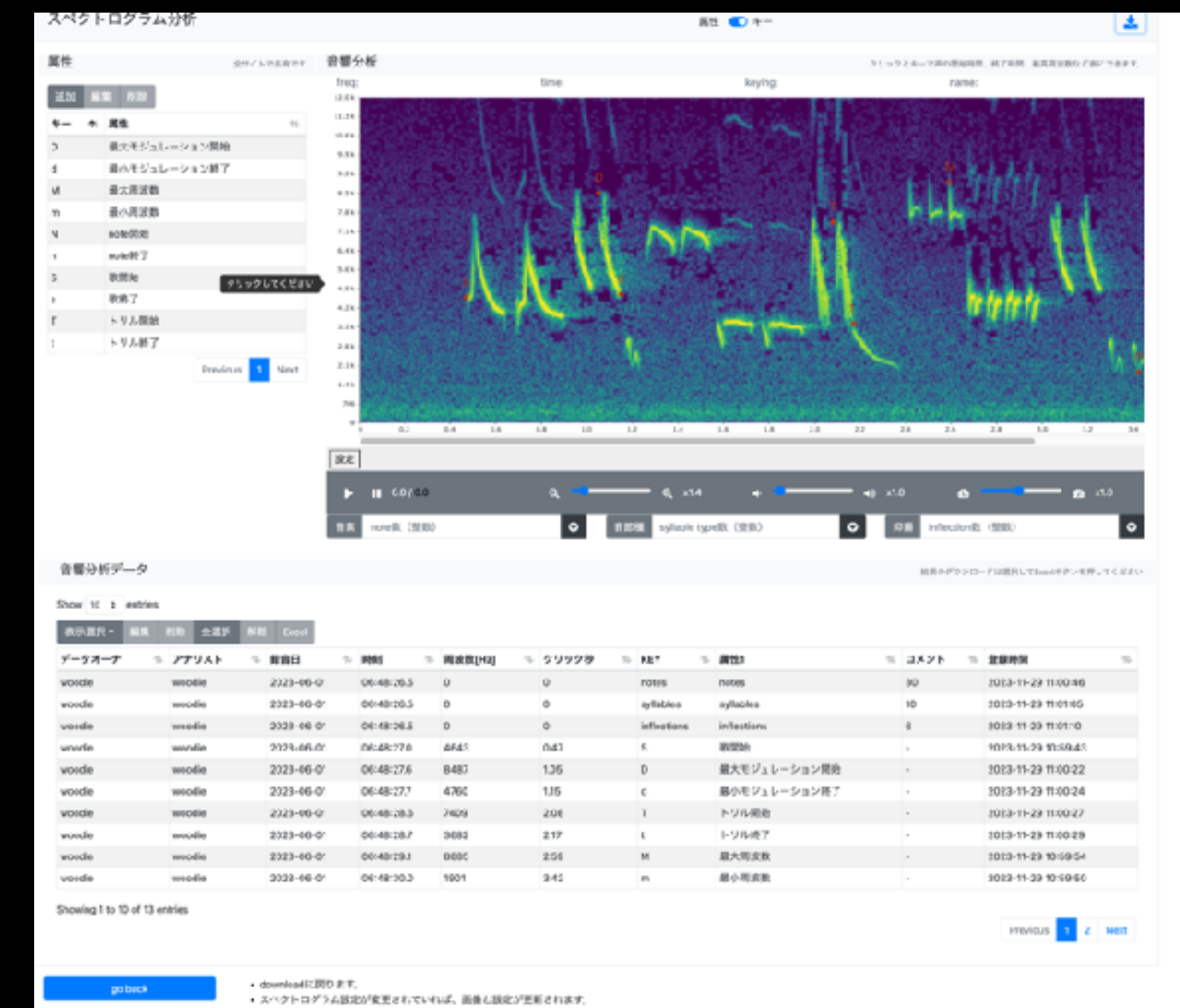


図 toriR(web)を用いた歌の音響分析画面

結果

- ・ トータル録音時間は11時間26分であった。
- ・ エリア毎の録音時間(表1)
- ・ エリアB,Hの分析済みの歌の数 (表2)
- ・ 足輪が見えればノジコの個体識別情報を録音データに紐付けた (今回使わず)。
- ・ 録音中、途中飛んでしまうことも度々あり、飛んだ先で再び囀れば同じ個体の声と記録した。

表1 エリア毎の録音時間

エリア	録音(秒)	分析済み歌
A	1879	0
B	9001	233
C	3441	0
D	931	13
E	4900	61
F	280	0
G1	4135	14
G2	7460	1
H	3837	263
I	321	0
J	3075	22
K	1930	0
合計	41190	607

表2 B, Hの分析した歌(n)

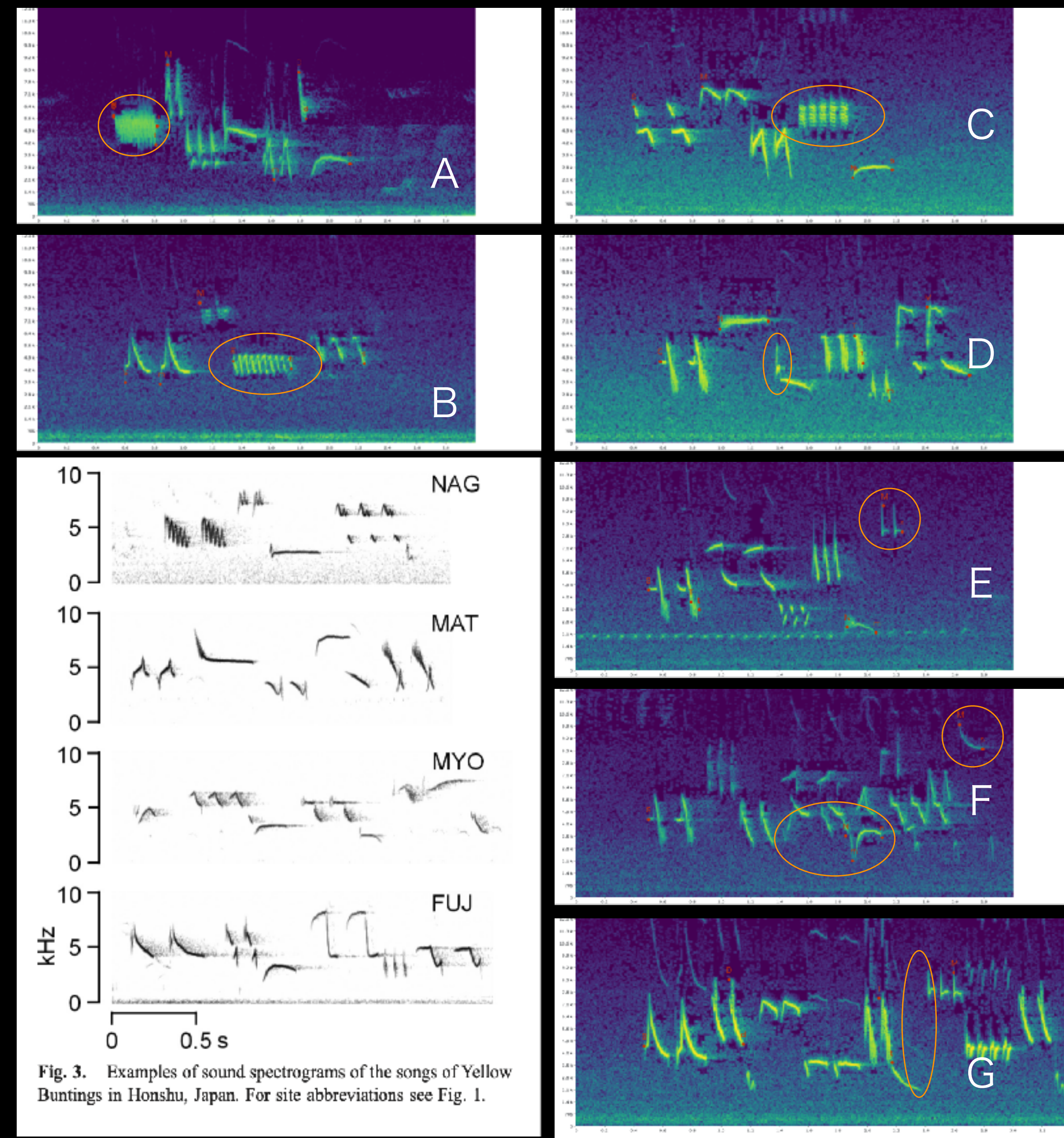
date	B	H
2023-05-12	0	210
2023-06-01	67	10
2023-06-07	50	0
2023-06-15	24	0
2023-06-21	1	0
2023-06-29	14	0
2023-07-15	34	43
2023-07-20	43	0

結果：スペクトログラムの特徴

- 歌い出しは高めで、高・低ノートが交互に歌われる。
- 顫音(トリル)には高速変動と中速変動の2種類ある(A,B)。
- 倍音関係のない広い幅のノートがある(C)
- パルス状のノートがある(D)。このため、Modulationを計測できなかった。
- 歌い終わりは高いものもある(E,F)。
- 高低変化の異なる2音が同時にあることがある(F)。(他の鳥の可能性もある)
- 高低差の大きいノート切替がある(G)。
→ノジコは声の高低、響き、長さを制御している。

その他：

- 音量が歌の中で変動する（今回使わず）。
- ノートはつながっているか分かれているか判然としないものがある。
- どの歌にもトリルがあるわけではない。



(Hamao2018)

図 採取された歌の特徴

ノジコ（金沢市）の音響特性と先行研究比較

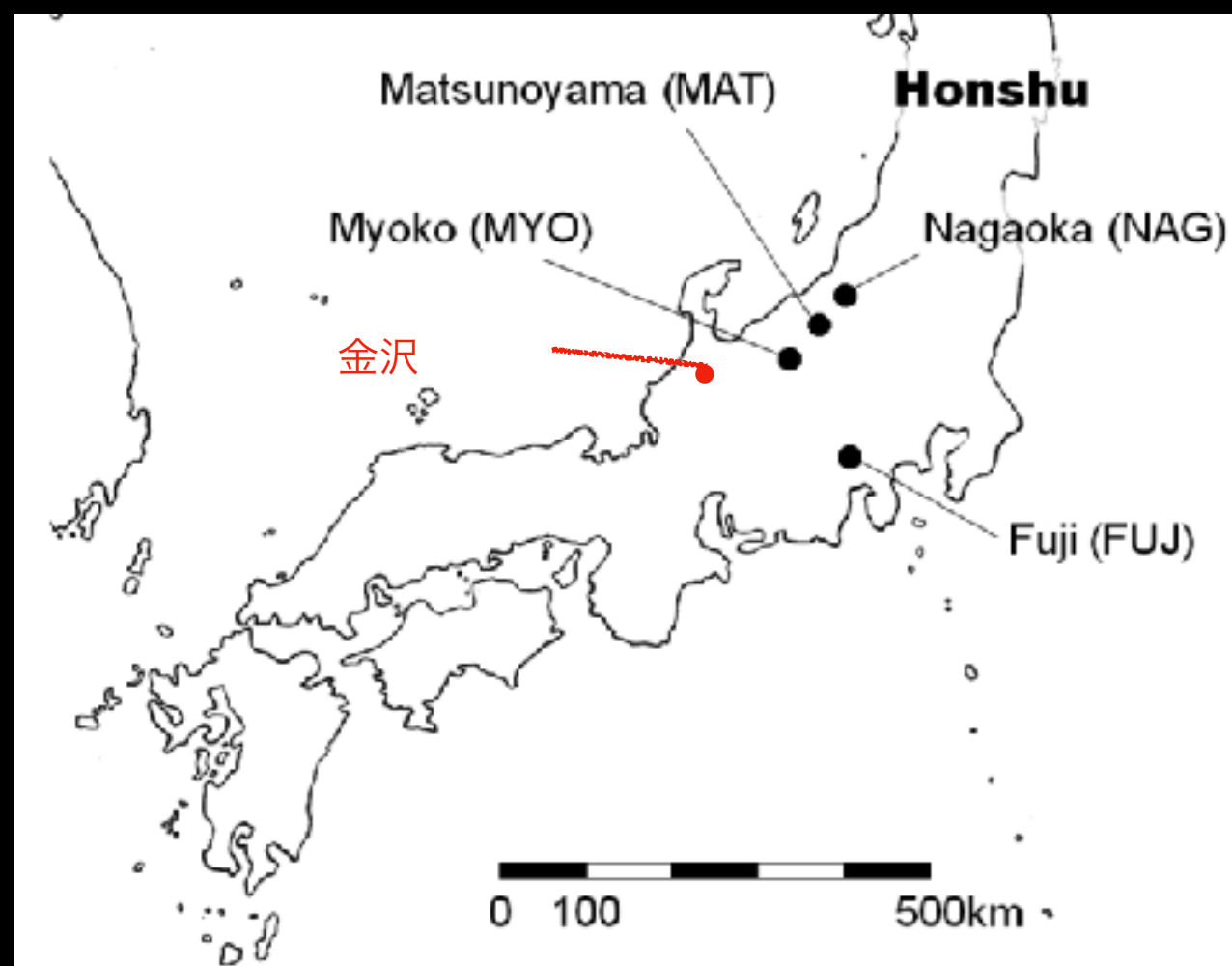


Fig. 1. Study sites. Site abbreviations are shown in parentheses.

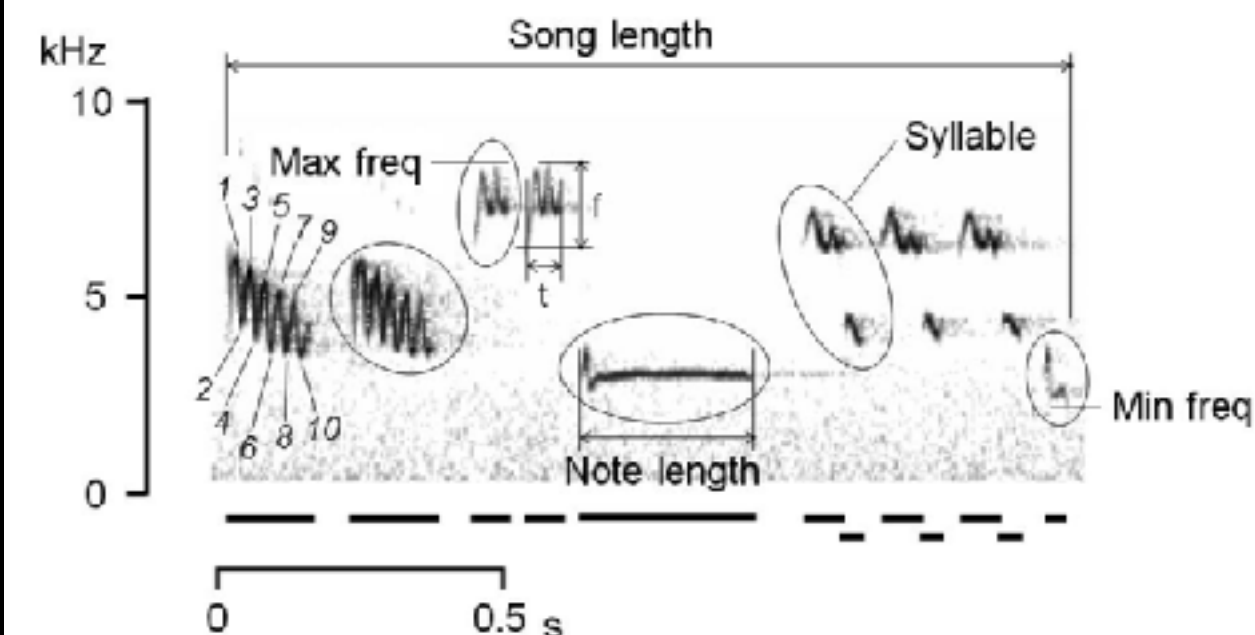


Fig. 2. Spectrogram of a Yellow Bunting song showing the terms used in this study. Thick lines under the spectrogram represent individual notes. Ellipses represent syllables. This song consists of 12 notes and contains five types of syllables. Note length is the duration (s) of the longest note. Figures in italics indicate the inflections of the most inflected note. The song's modulation (Hz/s) is defined as the largest value of the rate of frequency change (f/t) among the notes.

S. HAMAO et al.

Table 1. Acoustic measurements of Yellow Bunting songs. Means $\pm$ 1SD in each population and the results of GLMs are shown.

	Nagaoka (N=32)	Matsunoyama (N=34)	Myoko (N=13)	Fuji (N=6)	χ^2	df	P
Song length (s)	1.740 $\pm$ 0.218	1.878 $\pm$ 0.246	1.850 $\pm$ 0.195	2.029 $\pm$ 0.311	10.484	3	0.02
Maximum frequency (Hz)	7572.0 $\pm$ 585.5	7714.1 $\pm$ 435.4	7711.4 $\pm$ 405.3	8166.2 $\pm$ 677.3	7.059	3	0.07
Minimum frequency (Hz)	2300.2 $\pm$ 306.7	2211.6 $\pm$ 273.7	2208.9 $\pm$ 200.7	2478.4 $\pm$ 460.0	5.356	3	0.15
Note length (s)	0.197 $\pm$ 0.039	0.194 $\pm$ 0.025	0.197 $\pm$ 0.029	0.182 $\pm$ 0.020	1.262	3	0.74
No. of notes	13.77 $\pm$ 2.78	15.55 $\pm$ 3.35	14.06 $\pm$ 3.57	13.56 $\pm$ 2.51	6.457	3	0.09
No. of syllable types	5.24 $\pm$ 0.59	5.83 $\pm$ 0.82	5.56 $\pm$ 0.72	5.93 $\pm$ 0.85	12.319	3	0.006
Modulation* (Hz/s)	57203.1 $\pm$ 28686.0	47519.8 $\pm$ 19905.8	42718.5 $\pm$ 36877.4	36237.6 $\pm$ 25787.3	5.214	3	0.16
No. of inflections	3.22 $\pm$ 1.73	2.53 $\pm$ 0.93	2.19 $\pm$ 1.12	1.85 $\pm$ 1.00	9.826	3	0.02

* Maximum modulation (i.e. frequency range/note length) among notes

(Hamao2018)

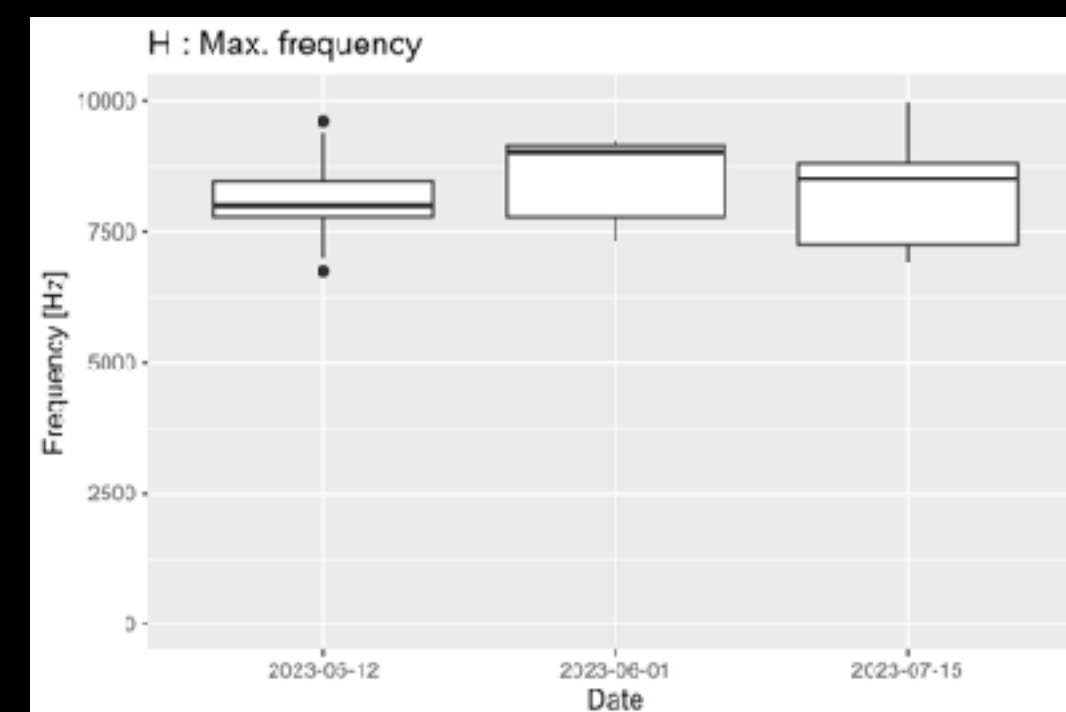
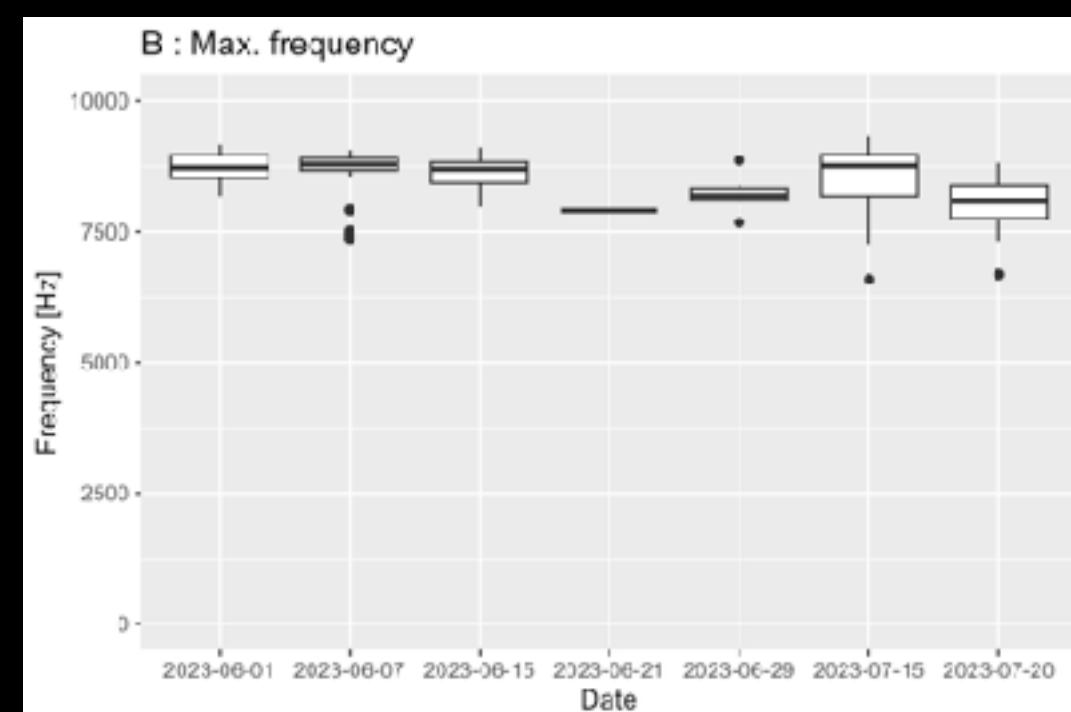
音響特性 (n=607)

- 歌の長さ：2.062 $\pm$ 0.4193
- 最大周波数：8305.1 $\pm$ 614.2
- 最小周波数：2266.8 $\pm$ 269.5
- ノート時間幅：0.3416 $\pm$ 0.052
- ノート数：16.52 $\pm$ 4.342
- シラブル型数：6.680 $\pm$ 1.549

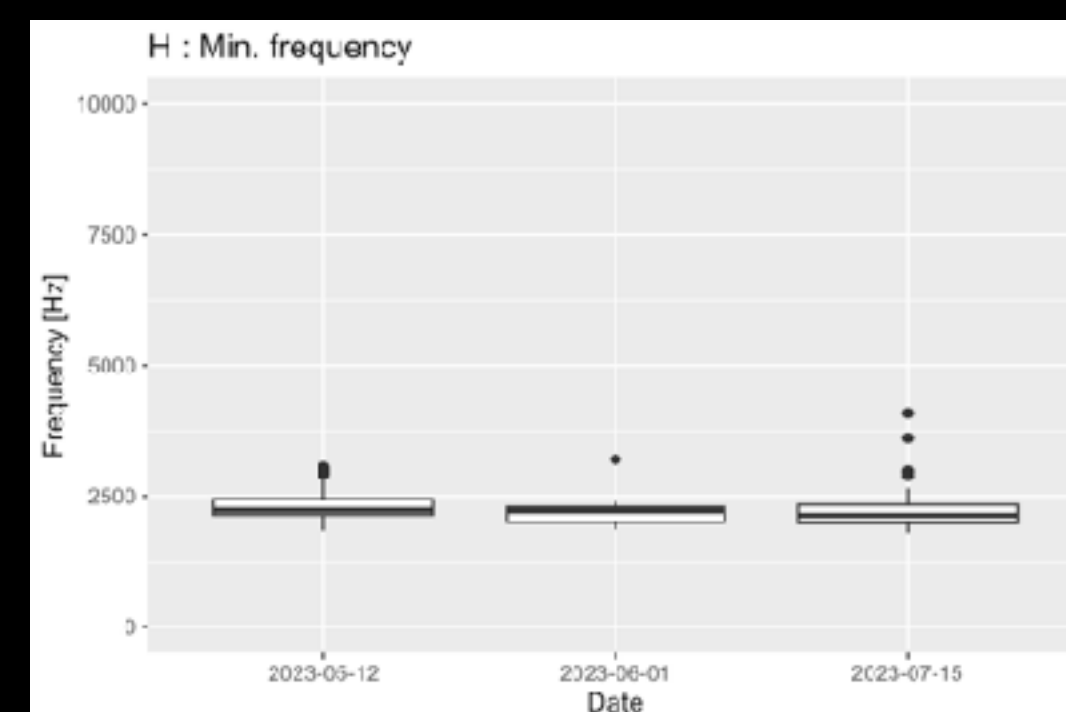
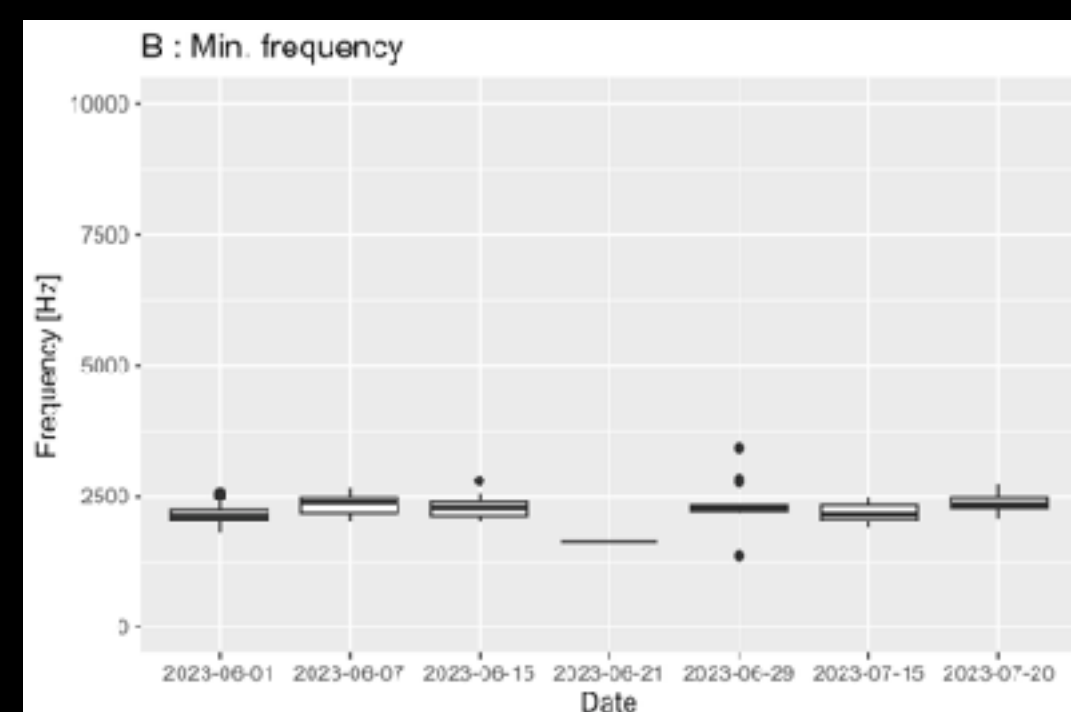
結果：先行研究の調査個体群に比べ、最大周波数が一番高く、シラブル型数、歌の長さも最長だった。。この個体群の歌は先行研究調査地よりも高いコスト（ハンディーキャップ）の可能性がある。

結果：エリアB,Hの音の高さの季節変化

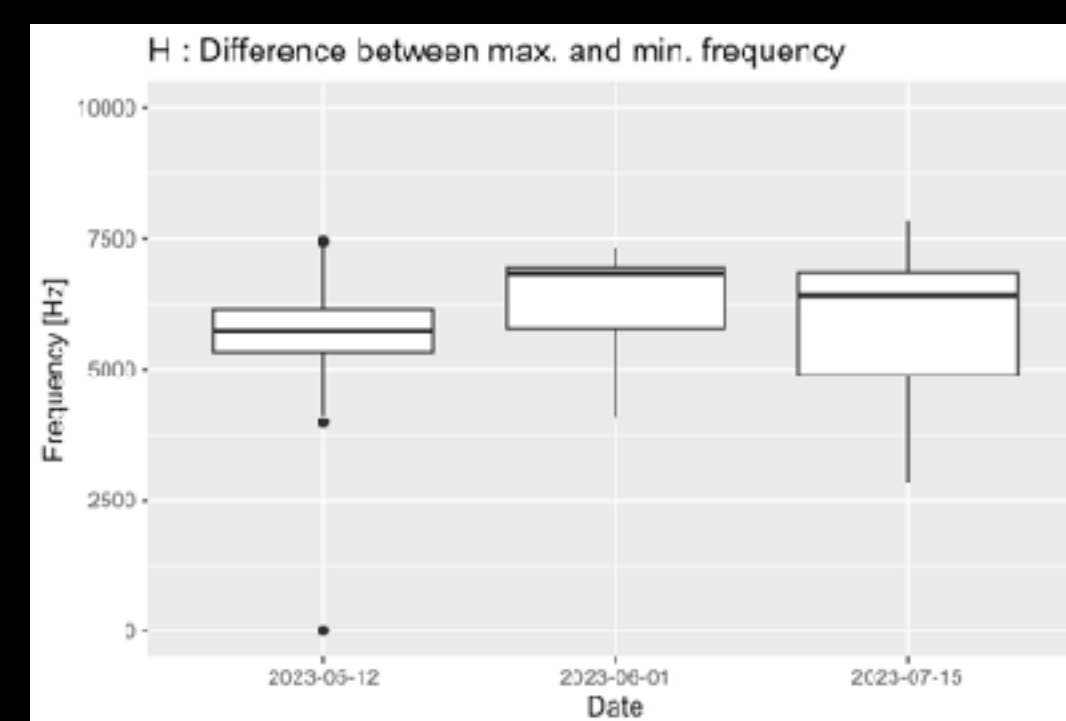
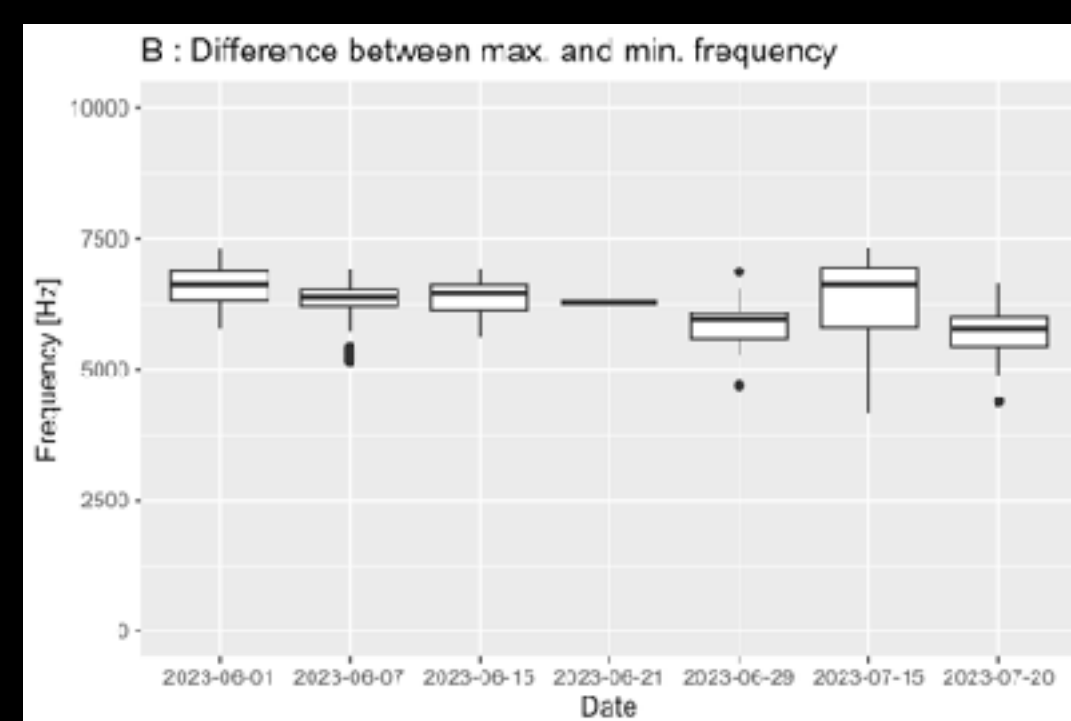
最大周波数



最小周波数



周波数帯域
(最大一最小)



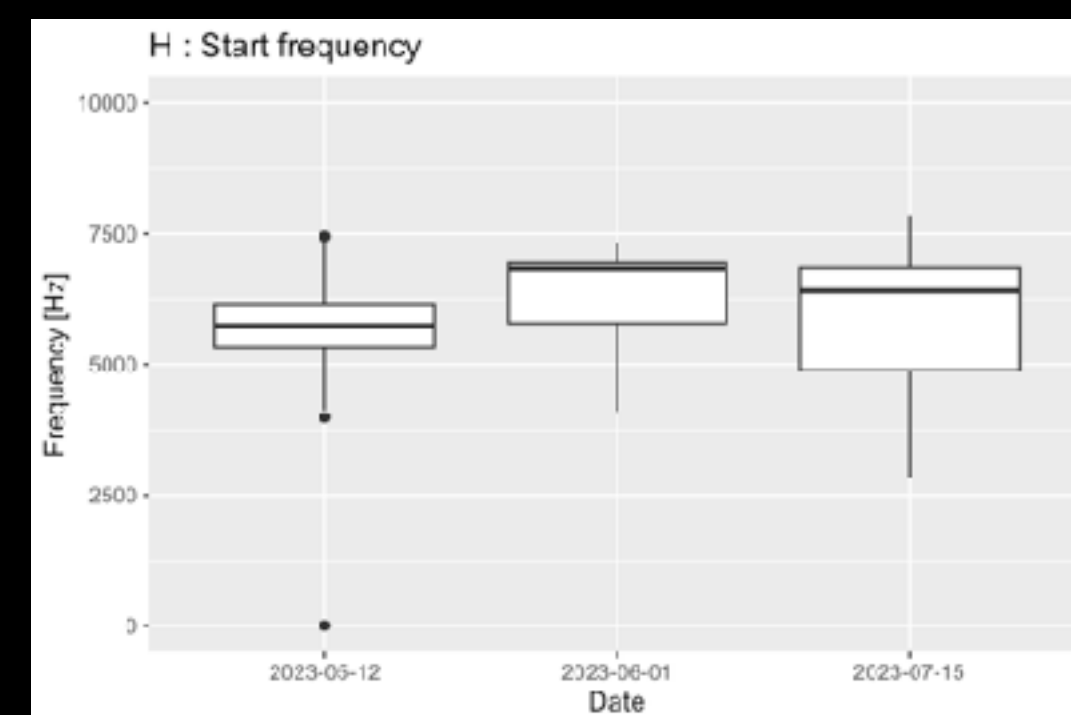
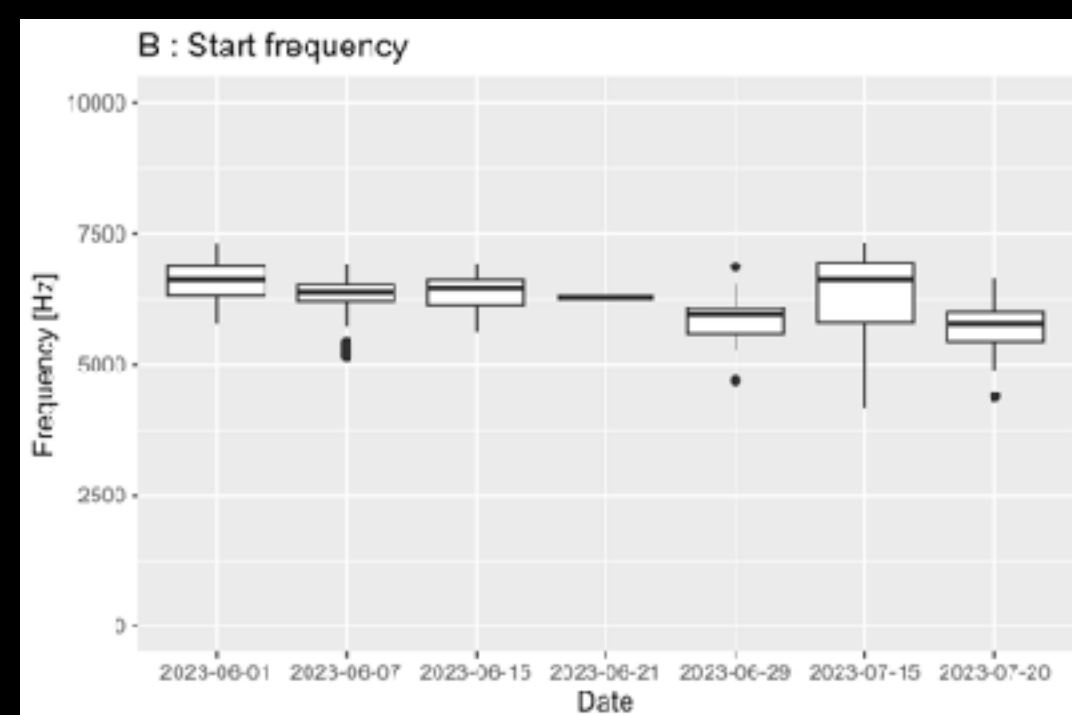
エリアB

エリアH

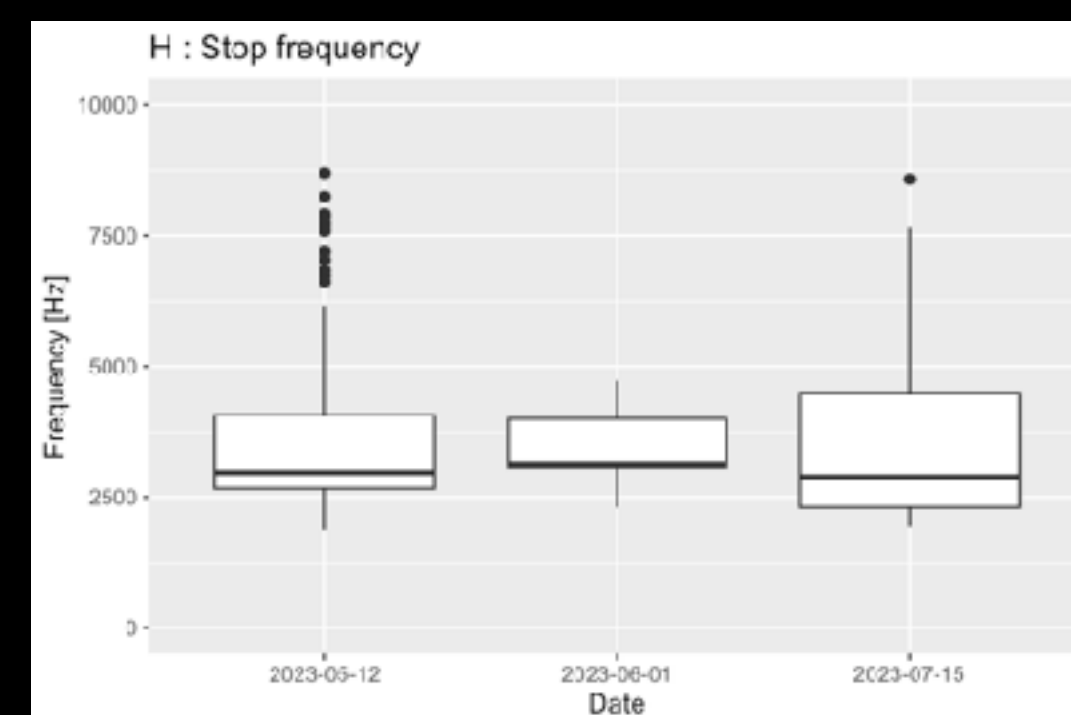
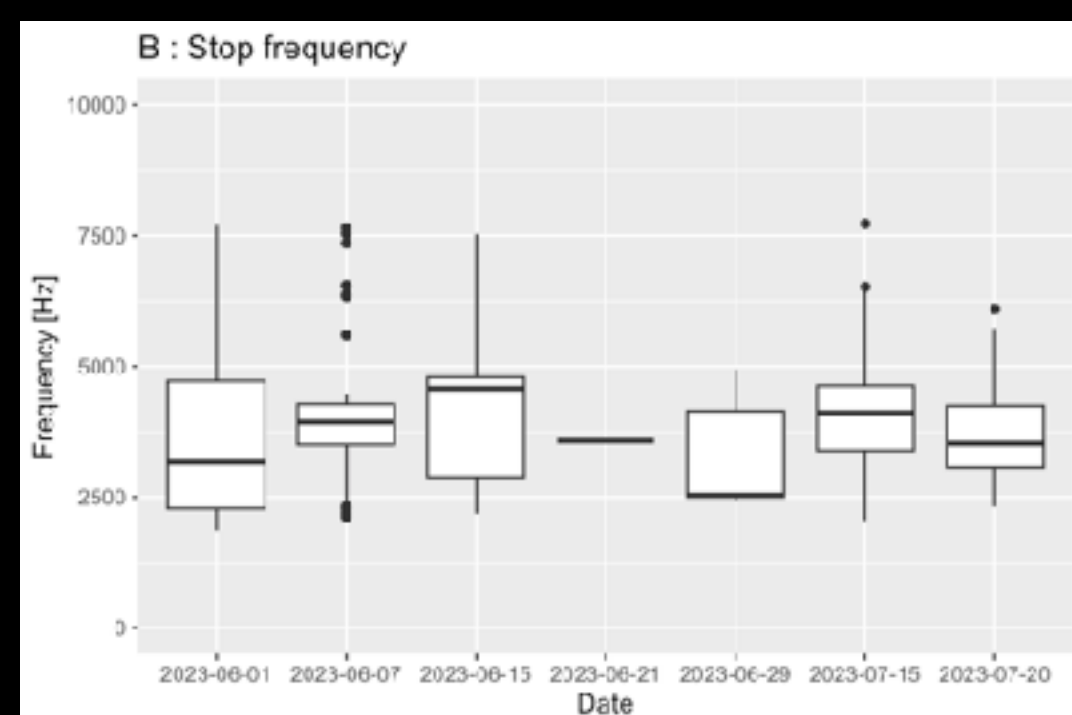
- エリアBの歌の最大周波数の時期変化は平均700Hz変動
- エリアB、Hとも歌の最小周波数の時期変化は少ない。
- エリアHは最大周波数で歌の帯域の変動も大きい。

結果：歌い出しと終わりの周波数の季節変化

歌開始周波数



歌終了周波数



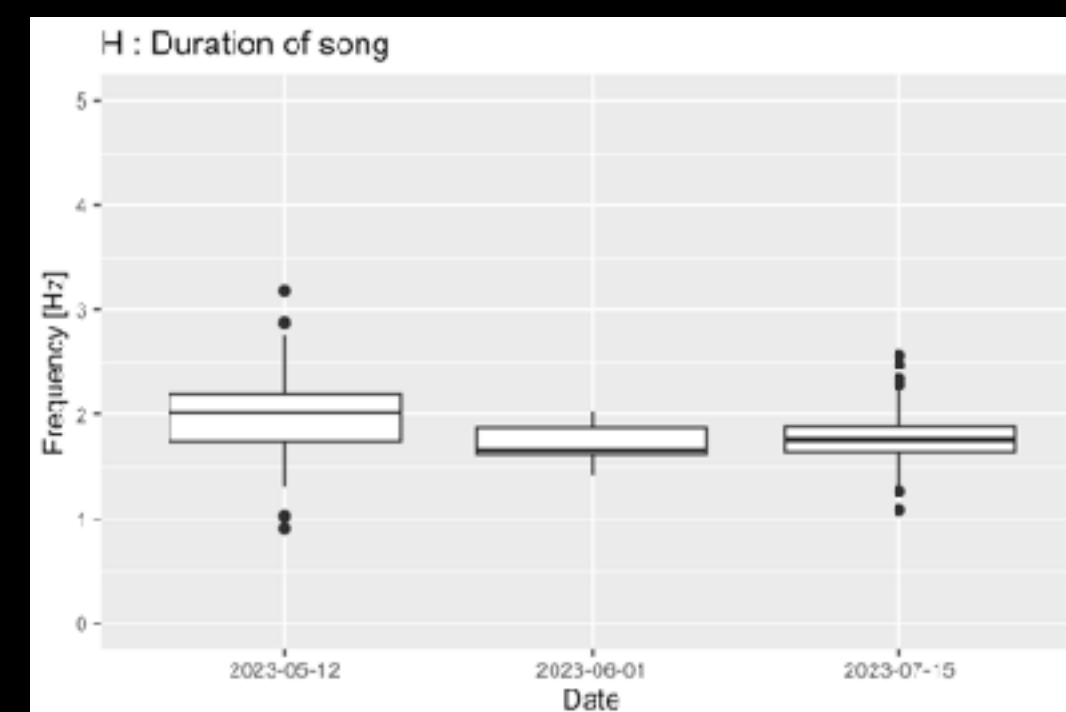
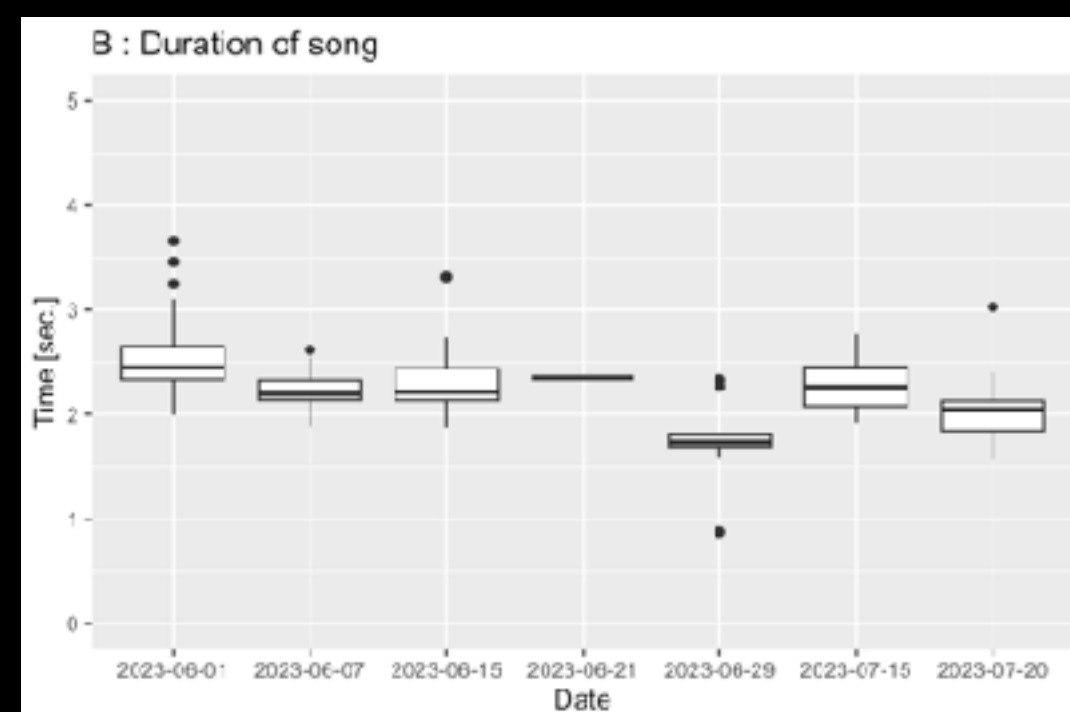
エリアB

エリアH

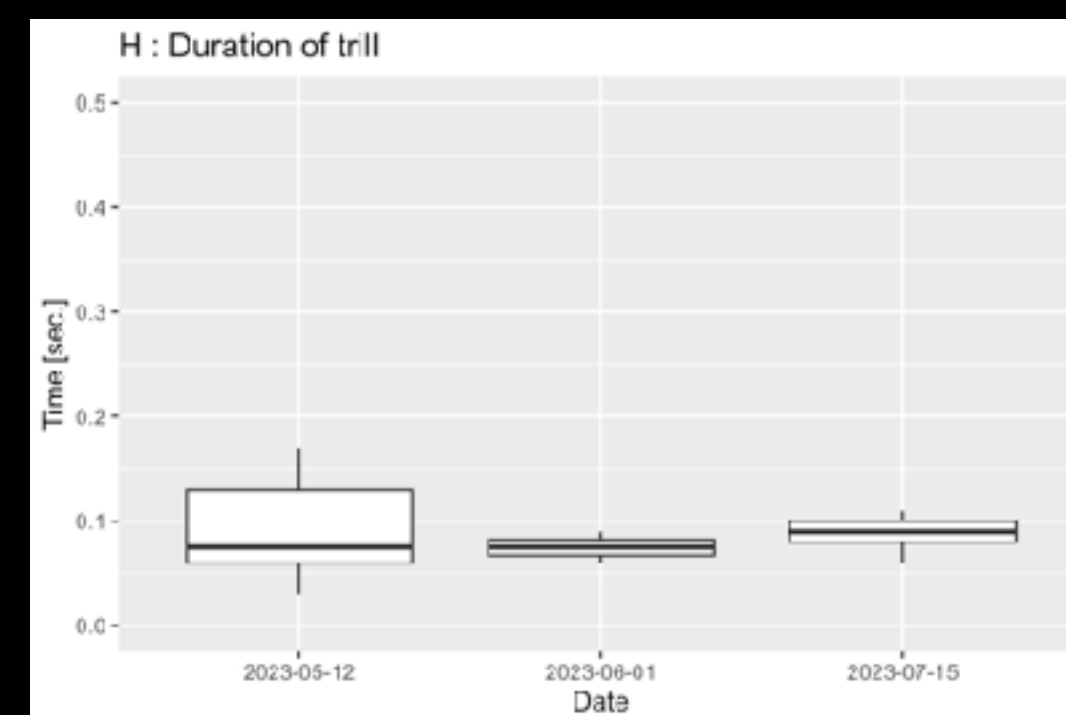
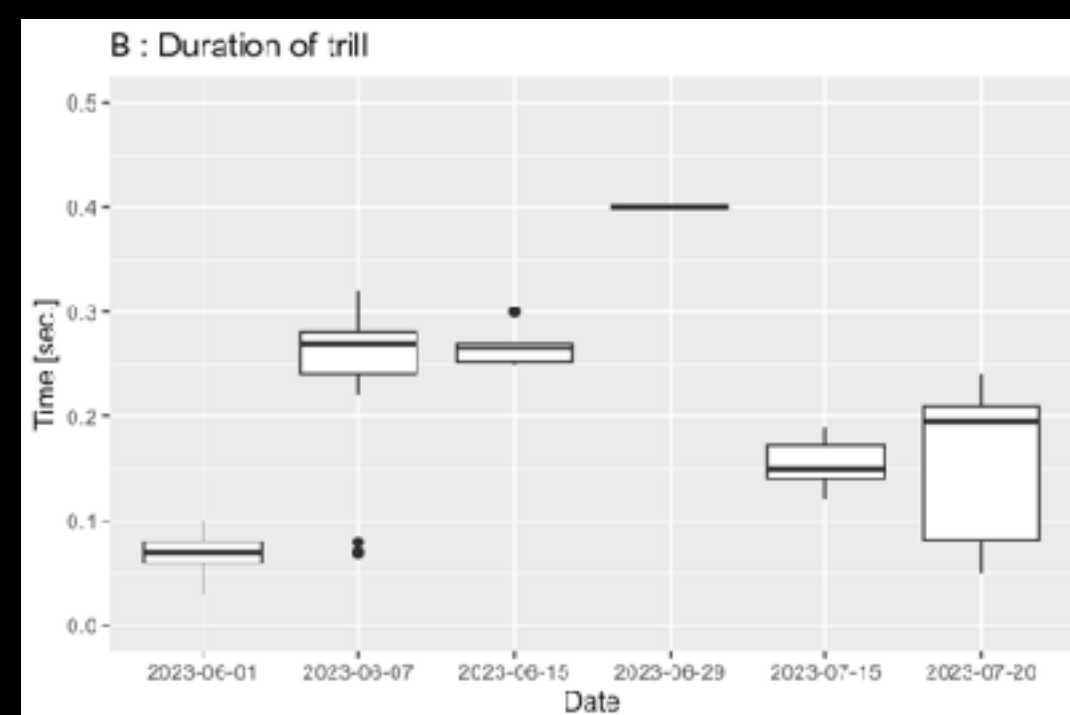
- エリアBでは歌い出しが時期が進むと低くなり、7月に一旦戻る。
- 全体を通して歌い出しの周波数は高めで ($5038 \pm 696 \text{ Hz}$)、終わりは幅 (3893 ± 1391) がある。つまり、高く終わることがある。
- エリアHの歌い始め、歌い終わり周波数ともばらつきが大きい。

結果(時間軸)

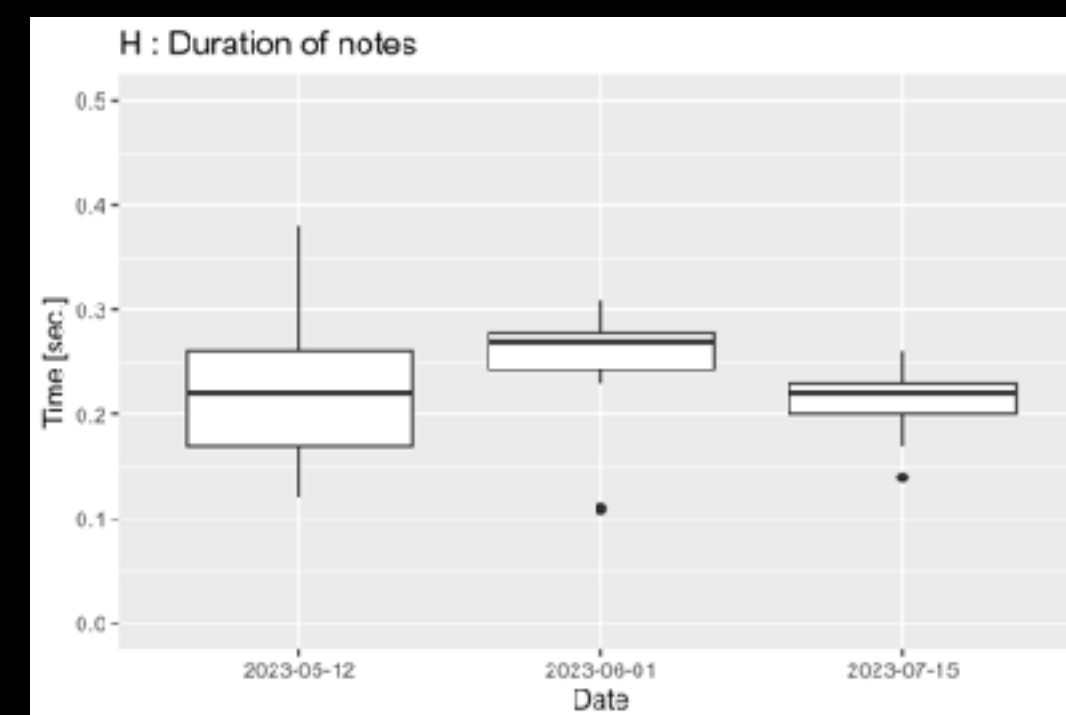
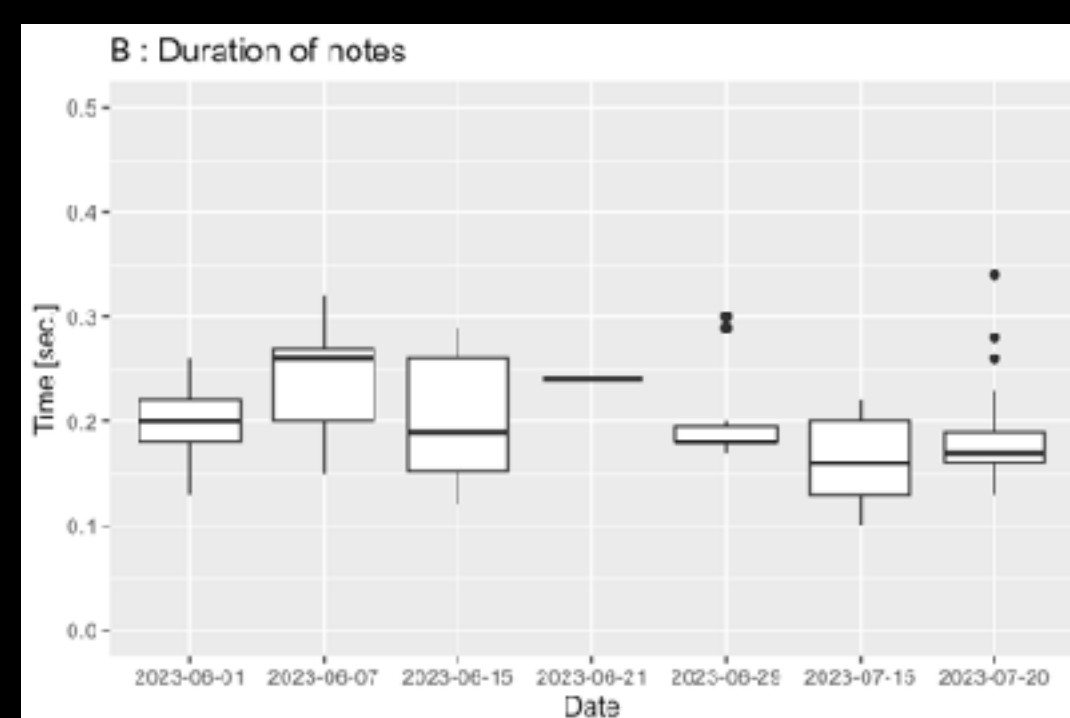
歌の長さ



最大トリル時間幅



最大ノート時間幅



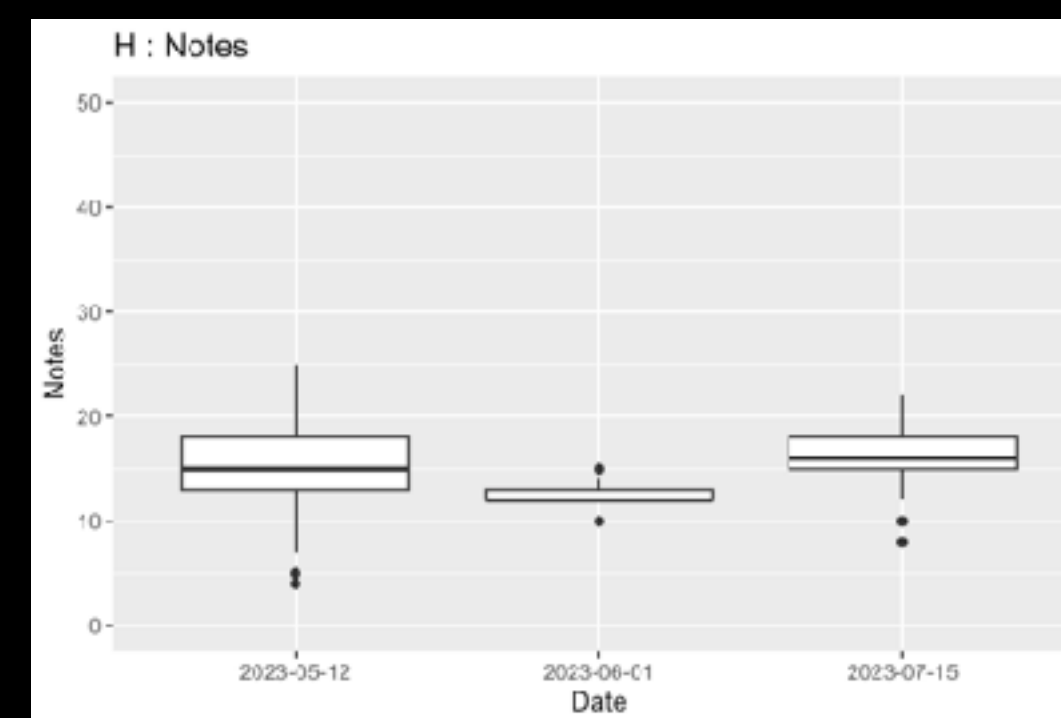
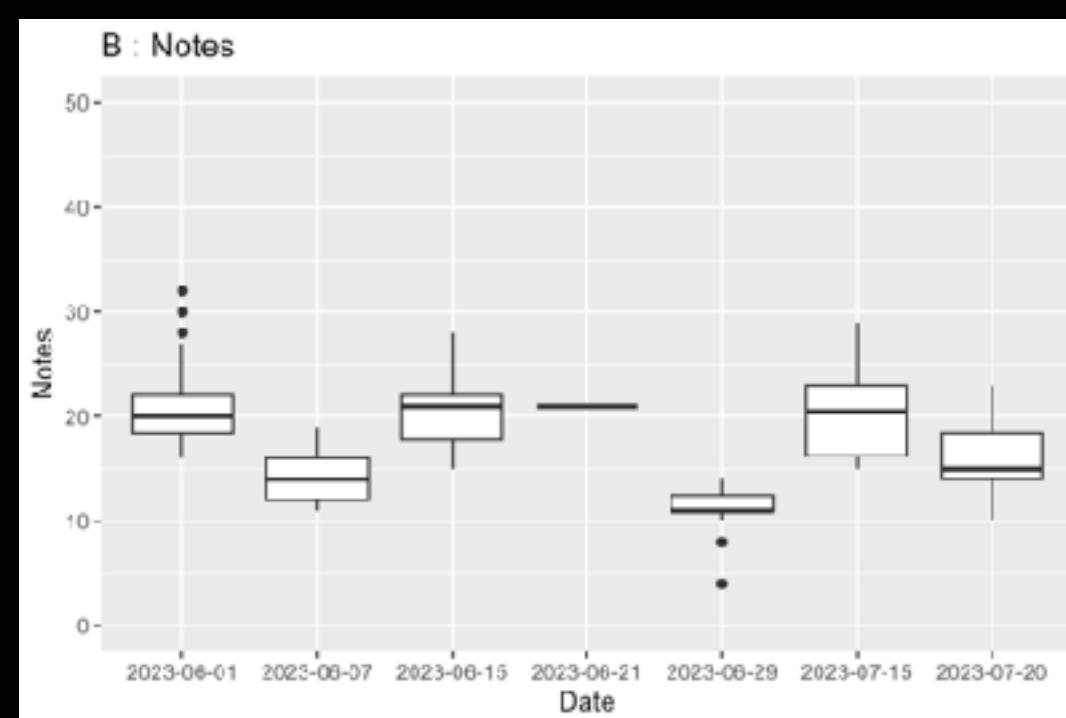
- エリアBでは歌の長さは時期が進むと短くなり(6/29が特に短い)、7月は戻る。
- 最大トリル時間幅はその有無で大きくばらつく(トリルがないことも多い)。
- 最大ノート幅も変動が大きい。
- エリアHの5/12の3指標はばらつきが大きい (n=210) 。

エリアB

エリアH

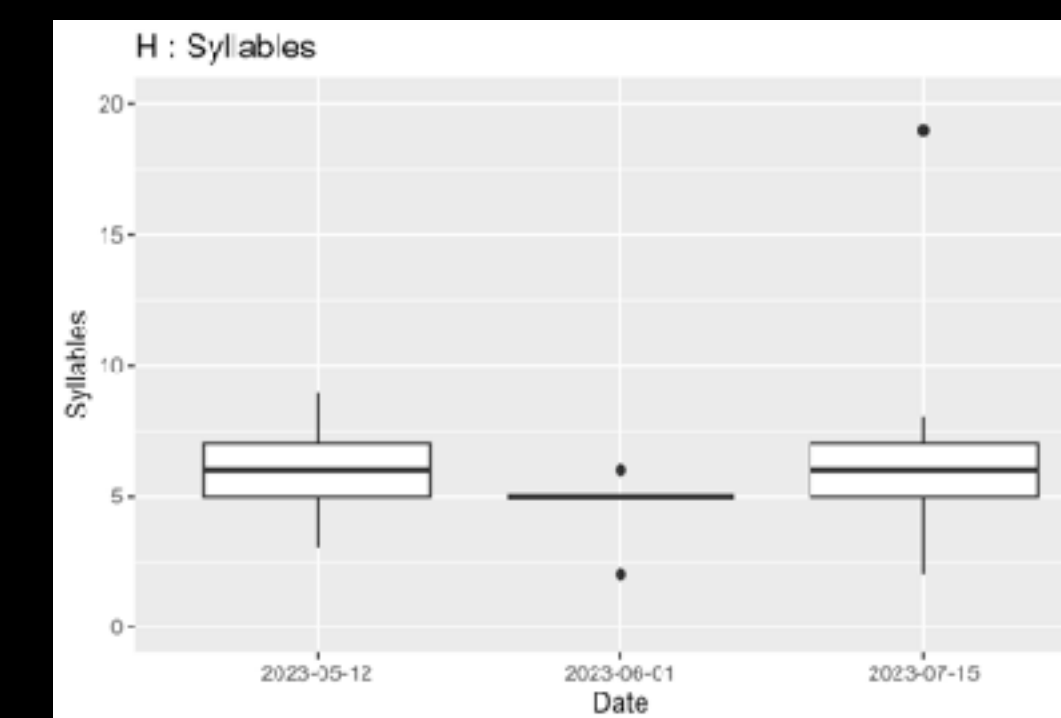
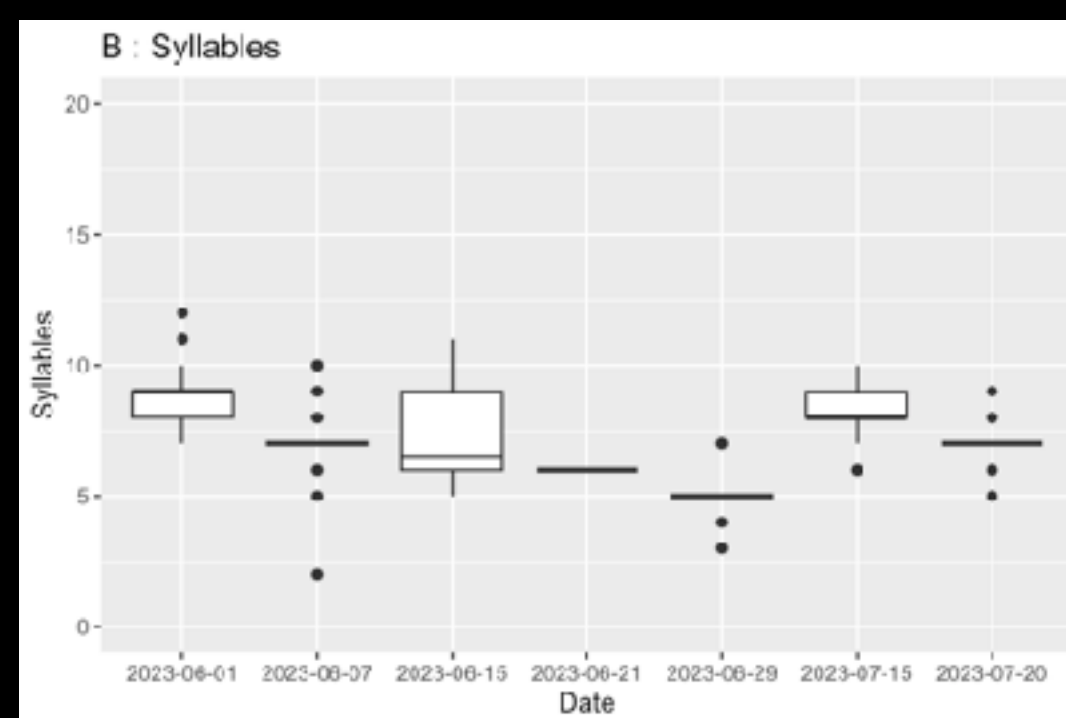
結果(ノート, シラブル, トリル数)

ノート数

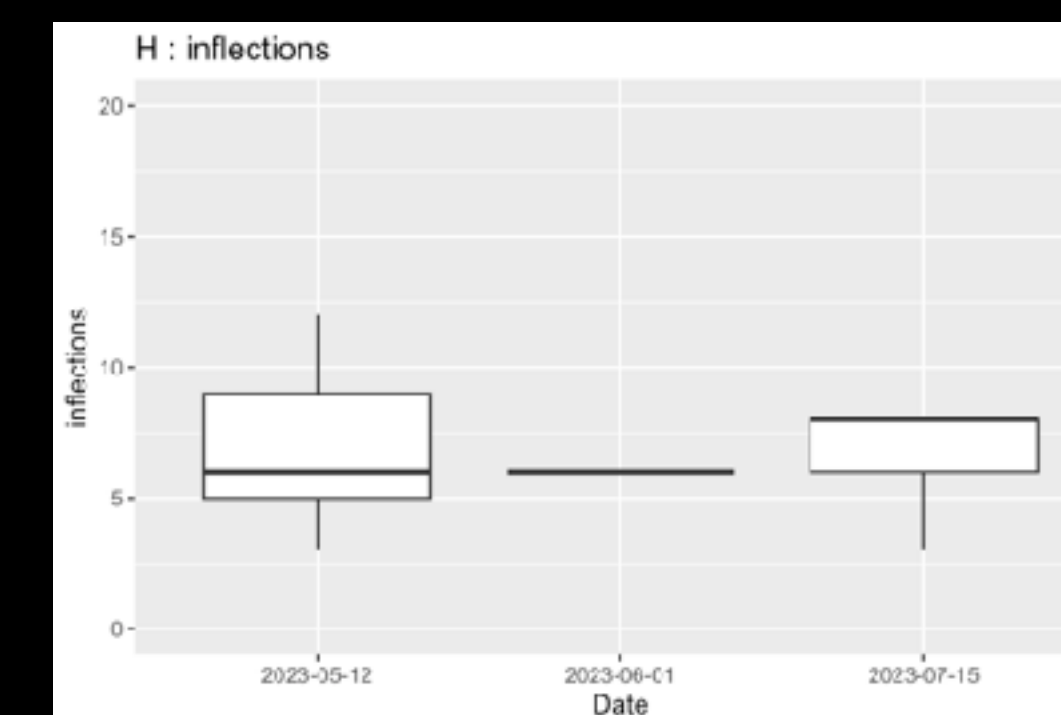
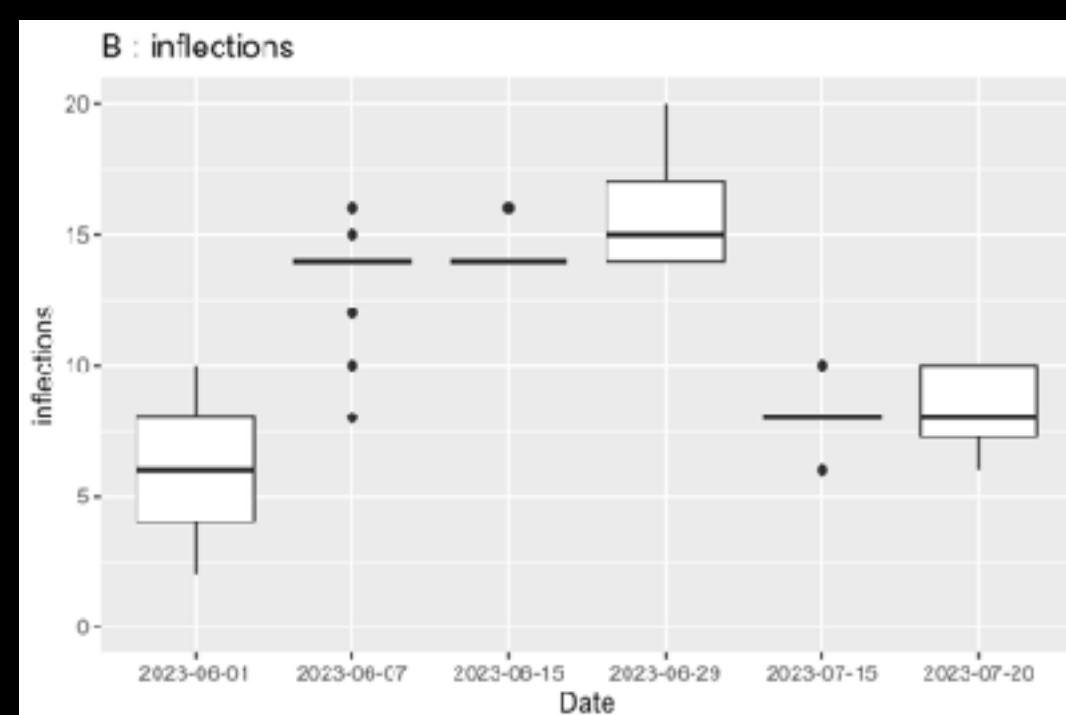


- エリアBは時期が進むとシラブル数が少なくなり、（歌の長さと相関）7月に戻る。
- トリルを構成する震えの数はばらつきが大きい。
- これら変動は繁殖ステージを反映しているか不明だが、なにかを意味している可能性がある。

シラブル数



トリル内の震えの数



エリアB

エリアH

結論

- ・石川県金沢市の沢沿いで、2023年5月12日から7月20日の8回調査し、合計で11時間26分録音した。
- ・分析が終了した2エリアの音響特性($n=233$ 、 $n=263$)の結果を回次で集計したところ次の特徴があった。
 - ・ノジコ囀りの全体の音響特性($n=607$)は先行研究(Hamao2018)のどの調査地の個体群よりも、最大周波数は高く、歌の高低差、シラブル型数、歌の長さは長かった。この個体群の囀りはよりコストが大きい可能性がある。
 - ・エリアBの歌は時期が進むと、長さが短く、開始周波数が低く、シラブル型数は少なくなり、7月にまた戻った。
 - ・エリアHは5月12日はどの音響パラメータもばらつきが大きいかが6月、7月はばらつきは小さかった。
- ・今後：
 - ・2022年、他のエリアでの残音響分析を進めデータを個体識別と紐付けし分析する。
 - ・次年以降観察し、繁殖行動との関連を明らかにする。
 - ・個体（エリア）識別可能な判別式を試行する。
- ・謝辞：
 - ・本研究はバードリサーチの調査研究支援プロジェクト(2019年度)の成果であるtoriRを用いてなされました。ご支援いただきました皆様に感謝申し上げます。

M

