

博士論文

日本の6都道府県における外因死と暑熱の関連

平成26年度

筑波大学大学院人間総合科学研究科

ヒューマン・ケア科学専攻

水口 恵美子

筑波大学

要旨

目的：

気候変動により将来的に熱波など高温日の増加が予測されていることから、暑熱の健康影響についての研究が重要視されており、これまで総死亡や循環器・呼吸器疾患による死亡と暑熱との関連については各国の研究において明らかにされてきた。その中で、不慮の事故や自殺などの外因死と暑熱との関連が見られる報告が散見されたが、一貫した知見は国内外においてまだ得られていない。2012年の日本において傷病及び死亡の外因（自殺、他殺、その他の外因による死亡を含まない）が死亡総数に占める割合は5.8%と、心不全や脳梗塞のそれよりも高い割合である。したがって、日本における外因死と暑熱の関連を明らかにすることは、暑熱に関連した外因死の予防策を講じるためにも重要であり、本研究では今後も懸念される暑熱への対策が適切に実施されるための基礎資料を提示することを目的とした。

対象と方法：

対象地域は6都道府県（北海道、宮城県、東京都、愛知県、大阪府、福岡県）とした。暑熱の指標として日最高気温を用いることとし、各都道府県における過去40年間（1972年～2012年）の日別外因死亡データと日最高気温との関連について解析を進めた。外因死に用いたICDは「傷病及び死亡の外因」全てと

した。まず、外因死の日次推移のトレンド（長期間にわたる一定方向の変化）を観察し、外れ値を解析から除外した。その後、日最高気温を x 軸、外因死を y 軸としてプロットし、回帰分析を行った。さらに統計手法 Distributed Lag Non-linear Model (DLNM) を用いて、暑熱影響の持ち越し効果（遷延性）の日数を明らかにした。また、年齢階級を 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上と 3 区分し、年齢階級別、地域別に解析を行った。これらの計算にはすべて統計解析ソフト R ver.3.0.1 を用いた。

研究 1 では、暑熱と全ての外因死（自殺・非自殺）との関連について明らかにした。研究 2 では、暑熱と自然の過度の高温への曝露による死亡との関連について明らかにした。

結果：

研究 1 の暑熱と自殺を含む全ての外因死の関連について、0-14 歳では全ての地域で気温上昇に伴い死亡が増加した。15-64 歳と 65 歳以上では日最高気温が 25°C のときに死亡が最小となる V 字型あるいは U 字型曲線を示し、35°C に近くなると死亡が漸増した。65 歳以上では死亡が最小となる日最高気温が 30°C と、15-64 歳よりも高かった。また、曝露当日が最も死亡の相対危険度が高く、曝露後 0-2 日の短期的な暑熱影響の遷延性（ラグ）が確認された。

研究 2 では暑熱と自然の過度の高温への曝露による死亡との関連について、全ての地域の 15-64 歳、または 65 歳以上において、30℃以上では相対危険度が増加し、0~4 日前後の短期的なラグが生じることがわかった。

考察：

本研究の結果、日本の 6 都道府県における 15 歳未満の若年層では、気温の上昇とともに外因死が増加する傾向にあり、0-2 日の短期的な暑熱影響の遷延性があることが明らかとなった。気温の上昇とともに増加する屋外活動に伴う不慮の事故の増加が、外因死の増加に影響を及ぼしていることが考えられた。若年層に対する暑熱に関連した外因死を予防する対策の必要性が示唆され、全ての地域において、子どもや保護者、周囲の者に対し、暑熱環境下や外出先で起こりうる事故注意などの注意喚起が重要であると考えられた。

15 歳以上 65 歳未満では日最高気温 25℃、65 歳以上の高齢者では日最高気温 30℃の日が最も外因死が小さくなるが、30℃を越え 35℃近くなる場合は外因死が急増する傾向が見出された。したがって、若年層と同様に 15 歳以上においても、日最高気温 30℃以上が予測されるときには、熱中症への注意喚起だけでなく外因死の増加を危惧した方策が必要である。

目次

	頁
要旨	i
略語	vi
第 I 章 諸言	1
第 II 章 学術的背景	4
第 1 節 気候変動と健康影響	4
1. IPCC 第 5 次評価報告書	5
2. 日本の年平均気温の変化	5
第 2 節 暑熱に対する生理的反応	7
1. 体温調整機能	7
2. 暑熱下における生体反応	8
第 3 節 文献レビュー	9
1. 暑熱と外因死に関する文献検討	9
2. 日本における外因死の実態	10
第 4 節 生物統計手法	12
1. 暑熱と死亡の関係	12
2. Lag effect と DLNM	14
第 III 章 研究 1. 暑熱と外因による死亡との関連	16
第 1 節 目的	16
第 2 節 方法	16
第 3 節 結果	23
1. 外因死と暑熱の関連	23

2. 非自殺外因死と暑熱の関連	25
第4節 考察	27
第IV章 研究2. 暑熱と自然の過度の高温への曝露による死亡との関連	32
第1節 目的	32
第2節 方法	32
第3節 結果	33
第4節 考察	35
第V章 総括	37
文献	41
図表目次	65
図表	72
謝辞	223
参考論文	224

用語および略語

本論文で用いる用語及び略語は以下の通りである。

1. IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change 気候変動に関する政府間パネル
2. WHO: World Health Organization 世界保健機関
3. ICD: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems WHO が作成した国際疾病分類
4. DLNM: Distributed Lag Nonlinear Model 分布ラグ非線形モデル
5. Tmax: Maximum Temperature 最高気温 単位は℃
6. RR: Relative Risk 相対危険度
7. df: Degree of Freedom 自由度
8. OT: Optimum temperature 至適気温 (死亡が最小となる気温) °C

第 I 章 諸言

近年、過去 30 年の気候に対して著しい偏りを示した天候、異常気象 **extreme weather** が世界各国で観測されている[1, 2]。熱波や干ばつ[3, 4]、洪水[5]といった異常気象の増加が、水媒介性感染症の罹患率の増加[6]や熱関連死亡の増加[7]などといった人間システムへの重大な影響を与えることがわかっている。気候変動による健康影響について、全球的には社会的、経済的な側面で気候変動の影響を受け易い貧困層への対策が重要な課題とされているが[8]、先進国の都市部においても熱波による熱関連死亡の増加が看過できない社会的問題とされている(e.g.[9-11])。

2014 年に発表された気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 5 次評価報告書 (AR5) [1]では、暑熱に対し脆弱な都市住民や屋外労働者[12]の熱関連死亡や健康障害のリスクが、気温 1°Cの上昇でも高まることが指摘されている。気象庁の発表によると、日本の年平均気温¹は、1898 年以降では 100 年当たりおよそ 1.1°Cの率で上昇しており、1990 年代以降では、平年から大きくかけ離れた高い気温が観測される年が頻繁に現れている[13]。日本では 2010 年の夏季に広範囲・

¹ 気象庁が 1898 年以降観測を継続している気象観測所の中から選定された次の 15 地点の月平均気温データ。網走,根室,寿都,山形,石巻,伏木,飯田,銚子,境,浜田,彦根,宮崎,多度津,名瀬,石垣島.

長期間にわたる異常高温²が観測され、厚生労働省の報告[14]によると、熱中症による死者数は統計を開始した1964年以降最大となる1,700人以上を記録した。Abe et al.が2011年に発表した将来予測によると[15]、今後も世界的に平均地上気温は上昇を続け、その程度は特に北半球の高緯度地域で顕著である可能性が高いとされている。北半球の中緯度に位置する日本においては、2010年の事例のような暑熱による健康障害のリスクが益々高まることが考えられる。また、日本における年平均気温変化を地域差で見ると、特に建物の集積率が高い都市部において見られるヒートアイランド現象により、郊外に比べて都市部での高温化が進んでいることがわかっている[16]。したがって、暑熱による健康障害を最小限にするためにも、都市部を対象とした暑熱関連の研究は重要である。

高温による障害は、臨床的には熱疲労 (heat exhaustion)、熱痙攣 (heat cramps)、熱射病 (heat stroke) の3つの病態に分類されており[17]、熱関連死亡と言えは臓器不全をも伴う重症の熱射病による死亡のことを言う。しかし、高齢者や乳幼児は熱射病に至る前に熱疲労などの脱水状態が死を引き起こすことがある[17]。このような場合、直接的な死因として原疾患が報告され、熱中症も含むICD-10分類の「自然の過度の高温への曝露による死亡」にはカウントされない

²月平均気温の平年差が平年値統計期間(1981～2010年)の標準偏差の1.83倍以上の気温

可能性が高い[18]。したがって、暑熱の影響を評価するためには、過小評価される「自然の過度の高温への曝露による死亡」ではなく、「総死亡」が用いられている(e.g. [19-23])。暑熱と死亡の疫学研究は、2003年のヨーロッパにおける熱波により欧州全域で52,000人以上の死者が出たことを皮切りに、世界各国で行われてきた(e.g. [24-32])。総死亡のほか、暑熱の直接的な死因として報告されやすい循環器・呼吸器疾患による死亡との関連を見た研究が大半ではあるが[33-37]、一部では外因死に分類される自殺や不慮の事故死なども暑熱との関連が見られることが報告されている[38-41]。ブダペスト、ロンドン、ミラノにおける Ishigami et al.[41]の研究では、日平均気温の上昇に伴い外因死の相対危険度は循環器・呼吸器疾患による死亡の相対危険度と同程度高いものであることが示されており、外因死との関連についての詳細な調査の必要性について述べられている。しかし、暑熱と外因死との関連についての一貫した知見は、国内外においてまだ得られていない。総死亡、循環器・呼吸器疾患による死亡だけではなく他の死因と暑熱との関連を明らかにすることで、いまだ把握されていない暑熱が健康に及ぼす影響の全容についての解明に貢献し、今後の暑熱の影響評価や推測の一助となるものと考えられる。

以上のことから、日本における暑熱と外因死の関連を明らかにすることが本論文の目的である。

第Ⅱ章 学術的背景

気候変動の健康影響に関連した先行研究を網羅的に把握・整理し、本研究の学術的背景及び研究の位置づけを明らかにする。したがって、本章では次の内容について記述する。

1)気候変動による健康影響についての実態調査と今後の予測、2)暑熱に対する生理的反応、3)これまでの暑熱影響評価に関する国内外の研究の動向、4)関連した先行研究で用いられてきた生物統計手法。

第1節 気候変動と健康影響

1. IPCC 第5次評価報告書

IPCC は気候変動に関し、科学的、技術的、社会経済的な見地から包括的な評価を行うことを目的に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された組織である。IPCC 第5次評価報告書[1]には、地球温暖化に関する自然科学的根拠の最新の知見がとりまとめられており、地球温暖化を国際的に議論する上で科学的根拠を与える重要な資料となっている。同報告書によると、気候システムの温暖化については疑う余地がなく、観測が始まった1880年から

2012年の133年間で世界平均地上気温³は0.85 [0.65-1.06]⁴°C上昇しており、最近30年は他の年代と比べて高温が観測されている。さらに同報告書には、将来予測として、2016年から2035年のおよそ30年間における世界平均地上気温の変化は0.3~0.7°Cの間である可能性が高く、気温の上昇に伴って地球上のほとんどの地域で異常高温が増加することがほぼ確実と報告されている。こうした気候変動による健康への影響については、居住地域の地理的位置によってその程度が異なり[42]、特に熱波による都市部の脆弱層における死亡や疾病のリスクが増加することが言及されている[43]。

2. 日本の年平均気温の変化

気象庁の報告[16]によると、日本において年平均気温は上昇しており、上昇率は100年当たり1.14°Cと世界の年平均気温上昇率よりも高い。また、同報告書によると、冬は1.15°C、春は1.28°C、夏は1.05°C、秋は1.19°Cの率で上昇している。さらに、1980年代後半から急速に年平均気温が上昇しており、1901年～2013年における異常高温の出現数が増加していることも報告されている。日最

³ 陸域の気温と海面水温を合わせて解析した気温。

⁴ 各括弧の中の数字は90%信頼区間を示す。

高気温が 30℃以上となる真夏日の日数は 1931 年～2013 年で横ばいだが、35℃以上となる猛暑日の日数は同期間で増加、日最低気温が 25℃以上となる日数(夜間の高温日)も増加していることが述べられている。

環境省によると、東京の過去 100 年間(1901 年～2000 年)の年平均気温上昇率は約 3℃であり、日本の 100 年当たりの年平均気温上昇率 1.14℃を 2 倍以上も上回っていることが報告されている[44]。気象庁が公表している[16]1931 年から 2013 年における 6 つの都市(札幌、仙台、名古屋、東京、大阪、福岡)と都市化の影響を受けていない 15 地域の年平均気温上昇率を図 1 に示した。6 都市と 15 地点を比較すると、6 都市の上昇量が大きな値となっており、この差はヒートアイランド現象による影響であることが気象庁により推察されている。ヒートアイランド現象とは、気象庁[16]によると「都市域の(平均)気温が周囲地域よりも高い状態になる現象のことで、気温分布図を描くと、等温線が都市を丸く取り囲んで島のような形になることから、このように呼ばれる(heat island=熱の島)」と説明されている。またその特徴として、日中蓄えられた熱の放熱などにより夜間の日最低気温が下がりにくく、熱帯夜を生み出すことが知られている[45]。日本の都市の年平均気温上昇が、世界レベルでの気候変動と都市化に伴うヒートアイランドのどちらの方に大きな影響を受けるかはわかっていない

が、ヒートアイランド現象の緩和に向けた緑地化などの都市計画の策定が進められている。

第2節 暑熱に対する生理的反応

1. 体温調節機能

ヒトの体温は、産熱と放熱のバランスによって決定される[46]。永島[47]によると、体温調節機構について次のようなことがわかっている。環境要因の大きな変化は産熱と放熱のバランスを破綻させ、生命維持の危機に至らず。体温調節の主な目的は、生命活動に関わりの深い深部臓器の温度（核心温）を一定に保つことである。深部に存在する臓器では生命活動に必要な物質合成や分解が行われており、温度制御を必要とする。一方、皮膚や皮下組織などの深部臓器の外側にある器官は、核心温を制御している。体表の血管は収縮・拡張により核心温で温められた血液の分布を変化させ体温調節をする。このため、皮膚の温度は環境温度に強く影響を受けるが、核心温は一定に保たれる。体温とは、一般的に核心温のことを指している。体温が38℃を超えると物理的・認知的機能が低下し、40℃以上になると臓器損傷、意識障害、死亡のリスクが急激に増加する。

2. 暑熱下における生体反応

暑熱の曝露と生理的反応の関係についてはすでに数十年前から研究がされているが(e.g. [48-53])、異なるコミュニティで年齢や性別の差異を考慮した知見は確証されていない。また、暑熱の指標（日最高気温や日平均気温など）と自殺などの外因死との関連がある研究がいくつか報告されているが[38, 39, 54]、そのメカニズムについてはわかっていない。暑熱が身体に及ぼす影響には個人差があり、同じ環境でも暑熱に対する反応の程度が異なる。Nadel ら[55]は、ヒトが継続的に高温環境に曝露し、暑さに順応すると生体に適応的变化が生じて体温上昇度の減少や心拍数の減少などの暑熱馴化（heat acclimatisation）が認められることを報告した。この暑熱馴化は運動トレーニングや連続した暑熱曝露などによって促進され、暑熱馴化が起こった後では暑熱ストレスは低くなると考えられるが[56]、熱中症の発症および熱関連死亡に直接どの程度影響しうるかについて検証はされていない。しかし、夏季の初期に起こる熱波の影響は、他の時期に比べて大きいことから[3]、夏季の後半などに比べて暑熱馴化していない時期に受ける暑熱に対するストレス反応はより大きいことが予想される。

第3節 文献レビュー

1. 暑熱と外因死に関する文献検討

関連論文について網羅的に検索を行った。文献検索方法として、PubMed および CiNii Articles データベースを用いて暑熱と外因死に関する文献検索を網羅的に行った。PubMed データベースにおいては、キーワード”external causes” and “heat”を用いて検索すると、13 編の関連論文が見出された。そのうち、暑熱と外因死の関連がある論文は、3 編であり[41, 57, 58]、スペインやイギリスなどいずれも研究対象国が欧州であった。CiNii Article データベースにおいては「暑熱」または「高温」と「外因死」では0 編であったが、「高温」「気温」「季節」「事故」「不慮の事故」「事故」「自殺」などのキーワードをいくつか組み合わせて検索すると、自殺や自動車事故と気象要因の関連についての論文が数編見出された[59-62]。星ら[63]は、1986 年から 1998 年の 13 年間における小学校 1 年生から高校 3 年生の体育・スポーツ活動時の学校での外因死について報告している。同研究によれば、外傷や熱中症は進学するにしたがって増加し、大部分が運動部活動時に発生した。また、外傷が多かった種目は、柔道、ラグビー、野球であり、熱中症が多かった種目は、野球、サッカー、柔道であったことを報告し

ている。この調査で明らかにされた発生事例の多い運動種目については、外因死の発生防止に注意を払い、予防策を講ずる必要性を述べている。

2. 日本における外因死の実態

外因死について全国レベルで統計を公表している厚生労働省の人口動態統計に基づき、日本における外因死の概況を述べる。なお、人口動態統計の死因統計となっている基礎資料は、死亡診断書（死体検案書）である。死亡診断書（死体検案書）記入マニュアルによると[64]、死亡診断書（死体検案書）は、医師、歯科医師に作成交付の義務が規定されており、WHO が定めた ICD に基づき死因分類されている。また同マニュアルによると、外因死は、「不慮の外因死（交通事故、転倒・転落、溺水、煙・火災及び火焰による傷害、窒息、中毒、その他）」と「その他及び不詳の外因死（自殺、他殺、その他及び不詳の外因）」の二つに大別されている。外因による死亡またはその疑いのある場合には、異状死体として 24 時間以内に所轄警察署に死体検案書の届け出が義務付けられている。これらの資料によって集計された死因統計によると[65]、2012 年の日本において、傷病及び死亡の外因（自殺、他殺、その他の外因による死亡を含まない）が死亡総数に占める割合は、5.8%であった。これは、心不全が 5.7%、脳梗塞が 5.7%

であることを考慮すると、看過できない値である。また、死因順位をみると、全体では悪性新生物、心疾患、肺炎、脳血管疾患に続き不慮の事故（自殺、他殺、その他の外因による死亡を含まない）、自殺と外因死は第5位、6位であった。年齢階級別に死因順位を見ると、0歳では第4位が不慮の事故、1-4歳と10-14歳では第2位が不慮の事故、5-9歳では第1位が不慮の事故となっている。15歳から39歳では第1位が自殺、15-29歳では第2位が不慮の事故となっている。40-54歳では第2位または第3位が自殺であるが、55歳以上では悪性新生物や心疾患などが主要な死因となり、自殺や不慮の事故は上位3位には入らない。1歳以上の若年層では不慮の事故による外因死、15歳以上55歳未満では自殺による外因死のリスクが高いと言える。また、H22年度版子ども・若者白書によると[66]、1989年をピークに子ども・若者（0～29歳）の不慮の事故による死亡数は2011年まで減少傾向が見られた。不慮の事故の内訳をみると、5歳以上では交通事故が最も多いのに対し、0-4歳では、うつぶせ寝などベッドの中の不慮の窒息死が最も多いことが報告されている。また、外因死の年次推移について、平成24年度の人口動態調査[67]によると、不慮の事故による死亡率（人口10万対）は、1995年の36.5からほぼ横ばいに推移し、2011年では47.2と増加したものの2012年では32.6とやや減少した。自殺の死亡率は、1995年が17.2、2012年が21.0とやや増加した。外因死の死亡率の動向に影響を与えるものとして産業や経済

の発展が言われており [68]、人口の都市集中化や救急医療の発展が国民生活や健康の向上に貢献していることが考えられる。しかし一方で、米島はこうした発展が、公害や大規模かつ集中的な災害を多発せしめる懸念があると述べている [69]。

第 4 節 生物統計手法

1. 暑熱と死亡の関係

これまでの疫学研究により、暑熱（日最高気温や日平均気温）と死亡の関係は、至適気温（OT: Optimum temperature）と呼ばれる死亡率が最低となる気温を最下点とした”U”、”V”、”J”型などの非線形であることが明らかとなっている (e.g.[70-73])。このため、暑熱と健康指標の関連を明らかにする手法として、非線形モデルを想定した典型的な統計手法、一般化加法モデル(GAM: Generalized Additive Model)や一般化線形モデル(GLM: Generalized Linear Model)+NS (Natural cubic splines) が適しているという報告がされている[74, 75]。これらは、自由度(df: degree of freedom)を設定することで季節変動や年次推移などの長期的に起こる変化を制御することができることがわかっている[76]。Whittaker[77]により提案された graduation（ぼかし）は、現在多く使われている GAM の一種、

平滑化スプライン[78, 79]の原型とされている。これはデータを線ではなく点として結ぶもので、微分することにより点と点の間（データの無い部分）を補完し、滑らかな曲線を描くことができることが知られている。この平滑化スプライン曲線の滑らかさを表す「平滑化パラメータ」を指定することにより、関数の形を単純な直線的関係から複雑な関係へ、またはその逆へと変えることができる。平滑化パラメータを大きい値へと設定することにより実測値に近い値がプロットされデータへの当てはまりは良くなる反面、複雑な関係を示すので推測は不安定になる。したがって、データの当てはまりと推測の精度、両方のバランスが保たれる最適なパラメータを設定することが望ましい。辻谷[80]によると、「平滑化スプラインによるアプローチの利点は、*i*)共変量の非線形性を抽出し、*ii*)グラフ化により非線形構造を視覚的に把握できる。更に、*iii*)モデルの未知パラメータの最尤解が一意で、計算に要する時間が短い。」と有用性が述べられている。統計解析ソフト R のパッケージ `mgcv` を CRAN のウェブサイト <http://cran.r-project.org/>よりダウンロードすると、平滑化スプラインを実行することができる。`mgcv` パッケージの説明書[81]によると、`mgcv` パッケージの平滑化スプラインを実行するとき、自動的に一般化交差確認(GCV: Generalized Cross-Validation)を用いて最適な平滑化パラメータが選択される。GCV は予測精

度を高めるモデルを作ることができる手法の一つであり、回帰式の妥当性を調べるための統計量として、その有用性が実証されている[82]。

2. Lag effect と DLNM

過度の高温（high temperature extremes）や高濃度の大気汚染物質の健康への影響は同日に留まらず一定の期間持続し、数日持続すると言われている[83-88]。

こうした遷延性を Lag effect と呼び、一般的には「ラグ 0 日」(lag 0) などのように表記する。また、“harvesting effect”と呼ばれる現象が知られている[89, 90]。

通常は熱波などの暑熱曝露があると、主に高齢者や疾患を抱える者の超過死亡

（平年の同時期の死亡数を超える死亡）が起こるが、曝露後に全体的な死亡率が低下することが観察されることがある。これは、疾患などによりすでに死期が迫っていた者が、暑熱を曝露したことで死期が早まったことが影響しており、

harvesting、刈り取り効果と呼ばれる。このような特性を併せ持つ暑熱と死亡の

関連を見る研究手法として、時系列分析が適していると言われている[91]。1965

年に計量経済学者の Almon[92]によって開発された分布ラグモデル（Distributed

lag model:DLM)）によりラグ解析が可能となり、医学研究の分野においては主に

大気汚染物質の健康への影響評価を行った研究に用いられてきた[90, 93]。2000

年には Schwartz[90]により DLM が一般化加法モデルにも用いられることが証明された。しかし、Rocklov et al.[94]が言及しているように DLM は例えばラグを曝露後の3日と仮定した場合、3日目より前、つまり曝露後の1日目や2日目の連続した値は考慮されない。また、DLM は曝露とアウトカムの線形的な関連を仮定しており、非線形的な関連が既知の場合には用いることができないことから、DLM と他の複合モデルを併せて評価をした研究[95]が報告されてきた。こうした DLM の欠点を克服する手法として、Armstrong[96]により、DLM の拡張版でありラグの構造に非線形性を仮定した Distributed lag nonlinear model (DLNM)が提唱された。DLNM により連続した前後のラグを評価し、非線形モデルにおいても解析可能な手法が一般的に用いられている(e.g.[35, 94, 97])。DLNM は Gasparrini[98]により統計解析ソフト R[99]へ移植され、”dlnm パッケージ”を CRAN のウェブサイト <http://cran.r-project.org/>よりインストールすることで、解析を行うことが可能である[98]。DLNM を用いることで、予測因子とラグの関連を3次元にプロットした表現や、overall 解析により全てのラグ期間において累積した因子間の全関連を2次元にプロットしたものを図示することができる[100]。

第Ⅲ章

研究 1. 暑熱と外因による死亡との関連

第 1 節. 目的

日本における暑熱と外因死の関連について明らかにすることが目的である。

さらに、年齢階級や地域によって系統的な差異があるか明らかにする。

第 2 節. 方法

死亡データは統計法に基づき、指導教員が得た死亡個票のうち都道府県単位のデータを、目的外使用の許可を得た範囲内で用いた。本研究は匿名化された死亡データを用いた観察研究であることから、文部科学省と厚生労働省が平成 14 年から定めている疫学研究に関する倫理指針[101]の第 4-3(2)「既存資料等の提供に当たっての措置」に則り、データの研究への二次利用と結果の公表に際し、当大学の倫理審査委員会からの許可は不要であることを確認した。気象データは、気象庁のホームページに公開されている気象データのうち[102]、一地点のデータ、ここでは一般的に最も人口の多い都道府県庁所在地がある都市の

日最高気温⁵、日最低気温⁵、日平均気温⁶、日平均相対湿度⁶[103]を本研究者である水口がダウンロードして解析に用いた。日平均相対湿度は、暑熱と死亡との関連において交絡因子となる先行研究[104]もあることから感度分析を行うために入手した。また、気温データの3指標の相関を調べたところ、全ての組み合わせでピアソンの積率相関係数 $r=0.9$ 以上であることがわかった(表1)。Diaz et al.[105]は、気候の健康影響を見る最も良い指標は日最高気温であると述べている。その理由の一つとして、日最低気温が観測される時間は早朝が多く人々がほとんど外で活動していない時間帯であるのに対し、日最高気温は人々が活動している日中に観測されることを挙げている。日平均気温を用いて死亡との関連を明らかにした先行研究もあるが(e.g.[20, 106, 107])、本研究では不慮の事故など人の活動時間帯に発生することが考えられる「外因死」と「暑熱」の影響に着目していることから、観測される時間帯が定まらない日平均気温よりも、活動時間帯に観測されることが多い日最高気温と死亡数との関連を観察した。

⁵ 2003年1月1日から毎正時の観測値(24個)の最高(低)値を求める方法から、1日における毎10分の前10分間極値(144個)及び毎10分の瞬間値(144個)の中から最高(低)値を求める方法に変更した。さらに2008年3月26日から10秒ごとの観測地の最高(低)値を求める方法に変更した。

⁶ 毎正時の観測地(24個)を平均して求める。

対象地域は、北海道、宮城県、東京都、愛知県、大阪府、福岡県の6都道府県とした。その選定理由は、i)得られた死亡データが都道府県単位であること、ii)気象庁の調査[16]により年平均気温上昇率が他の地域よりも相対的に高いことがわかっている都市を含むこと、iii)日本列島は南北に広く分布しており、緯度が異なる地域を対象にすること、であった。仮に対象地域が6都道府県ではなく47都道府県の場合、地域間での比較が何通りもあるため非常に複雑になり、結果の解釈が困難になることが予想された。本研究は日本で初めての研究であることから、まずは対象地域において傾向や特徴を明確に捉えることを優先すべきであると考え、日本の代表となる6つの都道府県を対象とした。また、複数の都道府県をまとめてグループ化し、グループ別に解析を行う方法も検討したが、得られた気象データは一地点の観測値であることから、死亡データのエリアを拡張することで気象データとのズレが大きくなり、測定バイアスが生じることが危惧される。したがって、得られた死亡データの最小単位である都道府県レベルで解析を行うこととした。

死亡に用いたICDは「傷病及び死亡の外因」全てとした。40年間の解析対象期間中、ICDは3回の改訂があったことから用いた死亡データは次のとおりである。ICD-8: 800-999 (1972~1978年) [108]; ICD-9:800-999 (1979年~1994年) [109]; ICD-10:V01-Y98 (1995年~2012年) [110]。また、ICD-10の詳細について

は表 2-1 に示した。年齢階級の区分は、日本で公的な機関（総務省統計局など）でも用いられていることをふまえて、0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上に 3 区分した。死亡の指標について、一般的に公衆衛生学の分野では、ある地域における死亡数は人口動態の変化に影響を受けることから、対象地域の人口を母数にした指標（粗死亡率や死因別死亡率）を死亡指標として用いることが多い。これは対象地域における特定期間中の死亡（または特定の死因）のリスクの大きさを示す指標である。しかし、本研究においては、ある人口集団の中で発生する外因死との関係において、特定の日の死亡（猛暑日など）がどの程度の重要性を持つのかということを定量化することを研究目的としている。そこで、死亡指標として各地域における毎年の平均日別死亡数を基準死亡数とし、日別死亡数を基準死亡数で除したものを死亡比として算出した。この死亡比を用いるメリットとして、年別の平均日別死亡数を基準死亡数としたことで、1 年単位での年次推移を制御することができる点が挙げられる。これは、数十年にわたり年平均気温が上昇している環境の変化に対し、人口集団として馴化が起こっている可能性が考慮されている指標と言える。つまり、単純に対象地域の人口を母数にした死亡指標では、馴化によって年平均気温の上昇とともに死亡が発生し難しくなっている可能性を考慮できない。したがって、この死亡比を解析に用いることは本研究において妥当であると考えた。一方、死亡比を用いることのデメリット

ットとしては、観察期間の年平均を 1 として計算していることから、年次推移などのトレンド（長期間にわたる一定方向の変化）を把握することができない。長期的なトレンドがある場合は、解析時に制御しなければ交絡となるため、死亡比に併せて死亡数を時系列に示し、回帰直線を描写することで、前述したデメリットを克服できるものと考えた。以上のことをふまえ、まず外因による死亡数と死亡比の日次推移と回帰直線を作図し、トレンドを観察した。日次推移の図の観察より明らかとなった逸脱した死亡数（外れ値）について、続いて行う回帰分析と DLNM の結果が外れ値に大きく影響を受けることを避けるため、大きな事故や災害による死亡が特定することができた日を除外した。表 3 に、解析対象の除外日となった事故や災害を示した。ガス爆発事故や火災事故の発生の起因には、暑熱環境が関係している可能性も考えられたが、解析対象期間の 40 年間のうち数回ほどの発生である。今回は初めて外因死と暑熱の関連を明らかにする研究であることから、統計解析結果の安定を優先したため除外した。

その後、日最高気温を x 軸、死亡数と死亡比を y 軸としてプロットし、平滑化スプラインを用いて回帰した。暑熱の遷延性については、DLNM を用いて 20°C における死亡比を基準とした相対危険度 (RR) を算出した。RR は基準値として設定した気温の死亡に対する相対的な指標であり、いずれの気温を設定しても RR と気温との関連を表すパターン（波形）は変化しない。したがって、本研究

では暑熱の影響を評価することが目的であるので 10°C から 35°C の範囲の中ではほぼ中央値となる 20°C を基準とした。続いて、10°C から 35°C の気温帯において気温、RR、ラグ日数 (0~15 日) の関係を 3 次元で視覚化した。全体のラグ日数を合算して気温と RR の関係を表示した overall 解析[97]も行った。また、日本の 0-19 歳の未成年では、交通事故死、溺死、自殺、窒息死や[111]、全年齢の自殺[38]に季節性があることが報告されている。このため、季節変動と年次推移を制御する目的で対象期間の各 1 年をおよそ 2 ヶ月ごとにまとめて捉える、すなわち自由度(df:degree of freedom)を 7/year と設定した[112-114]。従属変数 (死亡) は 0 以上のカウントデータであることからポワソン分布を仮定するが、ポワソン分布では平均=分散を仮定していることから過分散”overdispersed”が生じる。本研究のデータで用いた外因死は、平均<分散であり overdispersed が生じていたため、これを克服した統計手法 quasi-Poisson 分布に従うと仮定し、解析を行った[115]。これらの計算にはすべて統計解析ソフト R ver.3.0.1[99]を用いた。

暑熱と死亡の関連が暑熱以外の気象要素・社会的要素などによって修飾される報告も多くなされている(e.g.[111, 116-119])。本田は、九州において 0-19 歳の不慮の事故死は、行楽に出かける機会の違いにより週末と平日で差があることを報告している[120]。したがって、本研究では、交絡因子として日平均相対湿度と曜日(DOW:day of week)を DLNM のモデルに組み込み、感度分析を行ったが、

外因死への影響は見られなかったためモデルの変数から外した。死亡率との関連があると報告がされている大気汚染物質、特に O₃ オゾン[29, 121, 122]は、本研究ではデータが得られなかったため制御しなかった。

上記の解析に続き、ほとんどの対象地域において 65 歳以上の高齢者では、外因死に占める自殺の割合が過半数であることから(表 4-1)、結果に自殺が及ぼす影響が大きいものと考え、外因死から自殺を除いた「非自殺外因死」と暑熱との関係について再度分析を行った。手順は全ての外因死と同様に、日次推移、平滑化スプラインによる回帰分析、DLNM によるラグ効果の評価を行い、暑熱と自殺を含めた外因死との関連と比較をした。自殺には景気が影響することが報告がされているが[123, 124]、その影響の程度は個の人格により異なることも報告されている[125]。対象地域・期間における対象者の個人特性のデータは入手不可能であり、自殺以外の外因死と景気との関連が明確にされていないことから、本研究では景気に関するデータについてはモデルに組み込まなかった。

第3節. 結果

1. 外因死と暑熱の関連

表5に対象地域の特徴を示した。人口の規模は、東京都、大阪府、愛知県、北海道、福岡県、宮城県の順で大きかった。年齢別にみた人口割合は、どの地域でも15-64歳が6割強を占めており、0-14歳の年少人口割合は愛知県で14.2%と最も大きく、65歳以上の高齢者割合は北海道で26.0%と最も大きかった。緯度の高い北海道と宮城県では他の地域に比べて日平均気温が低いが、35°C以上の猛暑日も観測されており、年間で見ると日最低気温と日最高気温の範囲が広いことがわかった。東京都、愛知県、大阪府では40°C近い日も観察されていた。

図2-1～図2-6に、各地域における外因死亡数と死亡比の日次推移および回帰直線を示した。回帰直線から確認されたトレンド（長期間にわたる一定方向の変化）としては、いずれの地域においても0-14歳ではやや減少傾向、15-64歳では横ばい、65歳以上は増加傾向であった。これらのトレンドは、死亡比を用いることにより制御されていることが確認された。

図3-1～図3-6に各地域における日別外因死亡数および死亡比と気温の平滑化スプライン曲線を示した。0-14歳では、いずれの地域においても気温上昇に伴い死亡が増加しており、一貫したパターンが見られた。大阪府では15°Cにおい

て死亡が高くなっていたが、0°Cから40°Cの間で見ると気温上昇に伴い緩やかに死亡は増加していた。福岡県では、死亡が最も小さくなる至適気温(OT: optimum temperature)が11°Cであることが確認され、V字型曲線を示した。15-64歳では、東京都、愛知県、大阪府では25°C前後がOTとなるV字またはU字型曲線を示し、40°C付近では死亡が漸増するという傾向を示した。北海道においては気温上昇とともに死亡も単調に増加し、宮城県では不安定な曲線を示し、福岡県では気温の上昇とともに死亡が減少した。65歳以上では、いずれの地域においても15-64歳と同じパターンが見られ、東京都、愛知県、大阪府では、OTが15-64歳よりも高いことが観察された。

図4-1～図4-18に各地域におけるDLNMを用いた解析結果(a:3次元プロット、b:overall、c:ラグ日数)を示した。いずれの地域においても0-14歳では気温上昇に伴い20°Cにおける死亡比を基準としたRRが増加し、25～30°C以上となった曝露当日にRRが大きくなる傾向が見られ、ラグは0-2日持続した。宮城県では、30～35°Cにおいてラグ2-6日と、他の地域に比べると比較的長いラグが観察された。15歳-64歳と65歳以上では、宮城県を除くと、全体を通してほとんどラグは観察されず地域差もなかった。

2. 非自殺外因死と暑熱の関連

全ての外因死から自殺を除き、非自殺外因死として暑熱との関連について解析した結果を示した。図 5-1～図 5-6 に各地域における非自殺外因死亡数と死亡比の日次推移を示した。全ての外因死の日次推移の結果と同様、死亡数ではトレンドが確認されたが、死亡比を用いることにより年次推移が制御されたことが確認された。

図 6-1～図 6-6 に各地域における日別の非自殺外因死亡数および死亡比と気温の平滑化スプライン曲線を示した。自殺を含めた外因死と気温の関係を示した図 3-1～図 3-6 と比較すると、北海道の 65 歳以上において、自殺を含めた外因死では横ばいの曲線であったが、非自殺外因死では 25°C を OT とする V 字型曲線となった。また、宮城県の 15-64 歳と 65 歳以上では、25°C を OT とする V 字型曲線となった。北海道の 65 歳以上と宮城県の 15-64 歳、54 歳以上の曲線は、東京都、愛知県、大阪府の自殺を含めた外因死と気温の曲線と類似した。東京都、愛知県、大阪府では自殺を除外しても、ほとんど変化が見られなかった。福岡県の 15-64 歳においては、気温の上昇に伴い死亡が減少する関係から 25°C を OT とする U 字型曲線となった。福岡県の 65 歳以上においては、気温の上昇に伴い減少していた直線が 30°C を OT する曲線となった。

図 7-1～図 7-18 に非自殺外因死について、各地域における DLNM を用いた解析結果（a:3次元プロット、b:overall、c:ラグ日数）を示した。自殺を含む外因死と同様に、0-14 歳では気温上昇に伴い RR が増加し、25～30℃以上の曝露当日に RR が大きくなる傾向が見られ、ラグは 0-2 日持続した。15-64 歳以上と 65 歳以上では、30℃以上でわずかな短期的ラグ（0-1 日）が見られた地域もあったが、全体的にはほとんど観察されなかった。

第4節. 考察

いずれの地域においても、0-14歳では自殺・非自殺に限らず気温の上昇とともに外因死が増加し、暑熱への対策がとられなかったことが考えられた。本田ら[40]が1995年に報告した九州を対象とした調査によると、0-4歳では不慮による事故の死亡率の気温依存性はなかったが、5-14歳では33°C以上で高い死亡率を示した。同時に、若年層の示すこの特異な気温依存性は屋外活動に伴う不慮の事故によるものであることが指摘されている。本田らの研究[40]は九州という限定された地域で不慮の事故のみについての報告であったが、本研究では6都道府県において0-14歳では気温上昇に伴い全ての外因死が増加する関係にあることが明らかとなった。本研究においても、屋外活動に伴う不慮の事故が影響を及ぼしていることが考えられる。一方、15-64歳と65歳以上では非自殺外因死について、北海道（65歳以上のみ）、宮城県、東京都、愛知県、大阪府、福岡県（15-64歳のみ）と全ての対象地域においてV字型またはU字型曲線を示し、15-64歳では最も死亡が小さくなるOTは25°C程度だった。いずれの地域においても、65歳以上ではOTは約30°Cと、15-64歳のOTよりも高い気温であった。この理由について、暑熱への生理的反応の観点から暑熱曝露を受けた者が自分で起こしたエラーにより死亡した場合を想定して考察をする。若年層とは異なる

り暑熱への対策をとるなど自主行動が多い15歳以上では、人為的な要因による事故が最も起こりにくく快適さを感じる日別最高気温が25℃なのではないかということが考えられる。高齢者では、加齢に伴う温度感受性の鈍化によって快適と感じる主観的な気温が高くなり[17]、人為的な事故が発生する気温が上昇することにより、15-64歳よりもOTが上がるのではないかと推察される。25℃を超え、35℃近い強い暑さを感じると死亡数は急激に増加することから、熱中症の増加など過度の高温による直接的影響が示されていることが考えられる。庄司ら[126]は日本の9月～10月に20代の男性8人を対象として、23℃、29℃、35℃それぞれの環境下で身体負荷や作業効率などを比較した。その実験結果によると、気温の上昇とともに周囲の情報を聞き逃すエラーが増え、生理変化として心拍数が増加することがわかった。また、作業中の深部体温は、作業始めは差がないものの60分以上時間が経つと差が大きくなり、気温が高いほど深部体温も上昇したことを報告している。西原ら[127]は、25℃と比べて33℃で作業効率が低下する理由を、脳内の酸素化ヘモグロビン濃度の増加や総ヘモグロビン濃度の増加による血液濃縮であると示唆している。こうした気温の違いによる作業負荷と関連する生理指標の変化や、暑さへの快・不快といった主観が、外因死の発生にも影響を及ぼしていると考えられる。

しかし、本研究の外因死には、他者の起こしたエラーや事故に巻き込まれて発生する死亡も含まれており、個人ではなく集団への暑熱の曝露について評価していることから、外因死の主因は暑熱に対する生理的反応に限定されるものではない。たとえば、0-4歳の乳幼児では、不慮の事故死の内訳で窒息死が最も高いことがわかっており[66]、乳幼児がうつ伏せ寝をしていることに養育者が気付かないなど、暑熱環境下における養育者の観察力や集中力などの低下が、若年層における気温上昇に伴う外因死の増加に関連している可能性も考えられる。外因死が、エラーを起こした人の近くに偶然居合わせた等、予期できない要因で発生する特性があることをふまえると、今回、暑熱との関連について個人ではなく集団を対象に評価したことには大きな意義があったと言える。

自殺を含む外因死と非自殺外因死で平滑化スプライン曲線のパターンが異なっていた地域及び年齢階級があった。北海道の65歳以上と宮城県の15-64歳及び65歳以上では、自殺を含む外因死では25°C前後に死亡が小さくなることが確認されたが、非自殺外因死では顕著に死亡が小さくなった。また、福岡県の15-64歳においても、非自殺外因死では25°CにOTがあることが明確になった。表4-1には、これらの地域及び年齢階級では、それぞれの外因死に占める自殺の割合が他の地域・年齢階級に比べて極めて高いというわけではないことが示されて

いる。しかし、これらの地域における暑熱と外因死の関連のパターンには、自殺が少なからず影響を及ぼしていることがわかった。

さらに、東京都以南の65歳以上では、暑熱よりも寒冷によるRRのほうが大きかった。東京都以南の都市は、北海道と宮城県に比べると平均気温も高いという気候の特性により生理反応の側面から言えば暑熱への馴化が生じやすいが、寒冷には身体が慣れにくいため、特に寒い日は身体への負荷が他の日に比べて大きく、転倒転落などの事故が生じやすい状態になるのではないかと考えられる。また、北海道と宮城県では、暖房設備完備など寒冷地仕様の住宅が普及しており、特に札幌市では外気温と室温の寒暖差により起こる冬期のヒートショックなどの入浴事故死亡率が低い[128]。寒冷に対する反応の地域差は、こうした生活上の温熱環境の違いにも影響を受けることが考えられる。

ラグについて、外因死は主に不慮の事故で起こるため、暑熱の曝露による影響は当日が最も大きく、救急医療を受けたとしても、致死率の高い事故の場合は死に至るまでの時間が短期間であることが予想された。死因によらない総死亡と暑熱の関連についてはすでに暑熱影響の短期的なラグが確認されており[96]、Kim et al.[39]の気温と自殺の関連を見た研究においては、ラグ0日が最もリスクが高かったことから自殺は即日気温に影響を受けることが報告されてい

る。本研究における外因死についても、自殺・非自殺によらず 0-14 歳においては 30 °C以上の暑熱による影響は曝露当日が最も高く、死に至るまでには 0-2 日の短期的なラグがあることがわかった。これは、救急医療などの救命処置を行うことで死亡日が数日延長することが考えられた。本研究により世界で初めて、若年層における外因死の暑熱影響は短期的に遷延することが明らかとなった。

これらの結果より、暑熱曝露後、若年層においては外因による死に至るまでに時間的な猶予があまりないことから、日最高気温 30°C以上が予想される日や前日に観測された日の翌日などには熱波警報システムや熱中症の注意喚起だけでなく [129]、全ての地域において外出時の事故注意などの呼びかけも重要であると言える。特に、気温が高くなることが考えられる環境条件下、例えば冬季よりも夏季、雨天時よりも晴天時において外因死の危険度が高くなることを周知させ、親や周囲の者が子どもの健康状態や行動に十分注意を払うことが重要である。

第IV章

研究 2. 暑熱と自然の過度の高温への曝露による死亡との関連

第 1 節. 目的

研究 1 で解析した外因死と暑熱の関連について、外因死の中でも直接、暑熱の影響を受けると考えられる熱中症が含まれる「自然の過度の高温への曝露による死亡」に焦点を当て、再度暑熱との関連を明らかにする。

第 2 節. 方法

研究 1 と同様に、1972 年から 2012 年までの日別の最高気温と「自然の過度の高温への曝露」による死亡(表 2-2)との関連を観察した。用いた ICD は次のとおりである。ICD-8: 900 (1972~1978 年) [108]; ICD-9:900 (1979 年~1994 年) [109]; ICD-10:X30 (1995 年~2012 年) [110]。なお ICD-8 のみ、自然と人工の区別はなく、溶鉱炉近傍での作業などの人工的な暑熱による死亡も含まれる。研究 1 で変数として扱った全ての外因死のうち、過度の高温への曝露による死亡の占める割合(%)を表 4-2 に示した。65 歳未満では、約 0.1%、65 歳以上では地域によりばらつきがあるものの約 0.2~1.0%と、全体的にサンプルサイズが小さいことがわかった。死亡指標は研究 1 と同様に、各地域における毎年の平均日別死亡

数を基準死亡数とし、日別死亡数を基準死亡数で除したものを死亡比として算出して用いた。解析手順として、研究1と同様にまず、自然の過度の高温への曝露による死亡数と死亡比の日次推移と回帰直線を作図し、トレンドを観察した。次に気温と死亡数・死亡比を用いて平滑化スプラインによる回帰分析を行った。最後に、研究1と同様に、10°Cから35°Cの気温帯において20°Cの死亡比を基準としたRRと暑熱、ラグ日数(0~15日)の関係について3次元で視覚化し、overall解析[97]を行った。

第3節. 結果

図8-1~図8-6に自然の過度の高温への曝露による死亡数の日次推移と回帰直線を示した。年齢階級別に見ると、いずれの地域においても、0-14歳に比べて15-64歳と65歳以上の死亡が多かった。死亡数の回帰直線によりほぼ全ての都道府県、年齢で横ばいに推移していたが、65歳以上の東京都、愛知県、大阪府においては微増のトレンドが観察された。このトレンドは、年平均日別死亡数を基準として算出した死亡比の回帰直線から制御されていることが確認された。

図9-1~図9-6に自然の過度の高温による死亡と気温の平滑化スプライン曲線を示した。地域や年齢階級によって示すパターンが大きく異なっていた。気温

上昇に伴い死亡が増加した地域及び年齢階級は、北海道の 15-64 歳（V 字型）、宮城県の 65 歳以上、東京都の 15-64 歳と 65 歳以上、愛知県の 15-64 歳、大阪府の 15-64 歳と 65 歳以上（V 字型）、福岡県の 15-64 歳であった。その他の地域及び年齢階級では、死亡は 0°C から 40°C の広い気温帯でほぼ横ばいとなっており、北海道と宮城県では 0°C 以下、東京都以南の地域では 0°C 付近の寒冷時に漸減する傾向が観察された。

図 10-1～図 10-18 に DLNM を用いた解析結果を示した。overall 解析の結果、気温上昇に伴い RR が増加した地域及び年齢階級は、北海道の 15-64 歳（30°C 以上でラグ 2～4 日）と 65 歳以上（30°C 以上でラグ 0～4 日）、宮城県の 65 歳以上（30°C 以上でラグ 0～4 日）、東京都の 15-64 歳（30°C 以上でラグ 1～2 日）と 65 歳以上（30°C 以上でラグ 0～3 日）、愛知県の 15-64 歳（30°C 以上でラグ 0～2 日）と 65 歳以上（30°C 以上でラグ 0～5 日）、大阪府の 15-64 歳（30°C 以上でラグ 0～2 日）と 65 歳以上（30°C 以上でラグ 3～4 日）、福岡県の 15-64 歳（30°C 以上でラグ 3～4 日）と 65 歳以上（30°C 以上でラグ 0～2 日）であった。全ての地域において 0-14 歳では一貫した傾向が見られなかった。また、いくつかの地域・年齢階級では 10°C における短期的なラグが観察された。

第4節. 考察

研究1では、0-14歳の若年層において気温上昇に伴い外因死が増加することが明らかとなった。しかし、研究2において外因死を過度の高温への曝露による死亡のみに絞ると、0-14歳では一貫した関連が見られず、15-64歳または65歳以上で暑熱との関連があることが示唆された。さらに、ほぼ全ての地域における15-64歳または65歳以上で、30℃以上では0~4日程度の短期的なラグがあることが明らかとなった。これは、自然の過度の高温への曝露に含まれている熱中症の発症と暑熱との関連が大きいことが理由として考えられる。暑熱に対する脆弱性が高い高齢者は、熱中症発生率が高いということは報告されており[130]、自然の過度の高温への曝露に含まれている熱中症の発症が特に高齢者で多いことが関係しているものと考えられる。また、温熱環境の視点から考えると、エアコンなどの冷房装置の使用は住宅内の熱中症予防に効果的であることが報告されているが[131]、日本の都市部を対象とした2011年の調査ではおよそ2割以上の高齢者が夏季の夜間、冷房装置を使用しないことがわかった[132]。高温が観測された日の夜間には、戸建てやマンションなど住宅様式に関わらず最低気温が25℃以上となる熱帯夜が観測されることがある。したがって、冷房装置を使用せずに就寝し、熱帯夜に見舞われた場合、高温が観測された日の翌日（ラグ1日）に屋内で熱中症を発症し、重症または死亡となるケースも考えら

れる。若年層においては日別平均死亡数が少ないことから、都道府県単位では正確な傾向を捉えることができなかったことが考えられる。

第V章

総括

研究1と2より、これまでに明らかにされてこなかった暑熱と外因死の関連について、日本の6都道府県における回帰曲線のパターンやラグを評価した。その結果、次のことが明らかとなった。

全ての地域の15歳未満の若年層において、自殺に関わらず外因死は気温の上昇とともに一律に増加することがわかった。また、暑熱影響の遷延性は0-2日認められ、暑熱曝露があった当日に最も相対危険度が高くなることも明らかとなった。15-64歳と65歳以上では非自殺外因死について、ほぼ全ての対象地域においてV字型またはU字型曲線を示し、25℃前後において最も死亡が小さくなることがわかった。65歳以上では30℃前後と、OTが15-64歳に比べて高くなることが明らかとなった。また、東京以南の65歳以上では、暑熱に比べて寒冷による死亡の方が大きいことがわかった。一方、自然の過度の高温への曝露による死亡については、全ての地域の15-64歳、または65歳以上において、30℃以上では相対危険度が増加し、4日前後の短期的なラグが生じることがわかった。しかし、0-14歳では、安定した結果が得られなかった。

本研究では、これまでに明らかにされてこなかった外因死全体と、その中でも暑熱に直接的な関連のある過度の高温への曝露による死亡のみ解析対象としたが、暑熱と外因死の関連に大きく寄与している死因について特定するためには、十分なサンプルサイズを得るための解析方法の工夫と、詳細な死因についての更なる解析が必要である。今後の研究課題としたい。

本研究の強みとして、以下の5点が挙げられる。

- 1) 40年という長期にわたる解析のデータ長であること。これによって解析結果が統計的に安定し、年平均死亡数が少ない自然の過度の高温への曝露による死亡でも、ほとんどの地域の傾向を捉えることができた。
- 2) 日別の気温と死亡の資料に基づいた解析であること。気温などの気象要素は刻一刻と変化し、日によっても変動が大きく、死亡との関連を見るためには日別のデータを用いる必要がある。日別データを用いたことにより、曝露当日の直接的な暑熱の影響評価が可能となった。
- 3) 年齢階級別で比較したこと。これにより、暑熱の影響が大きいと報告されている乳幼児や高齢者だけでなく、0-14歳という若年層や成人層との比較解析を幅広く行うことができた。

- 4) 緯度の異なる複数の都道府県において共通した傾向を明らかにしたことから、気象地域や人口規模など地域特性の類似した日本の他の地域においても本研究の結果が当てはまることが期待される。
- 5) 都道府県単位で集団を評価したこと。外因死は、人災の中でも他者の起こしたエラーや事故に遭って発生する場合や、自然災害など、内因死とは異なり外的要因や集団で発生する特徴があるため、集団評価が重要である。また、暑熱のような集団への曝露を評価する上で、集団の反応を見ることは大きな意義があったと言える。

本研究の限界として、個人ではなく集団を対象とした生態学的研究であり、14歳以下の若年層において暑熱と外因死の直線的な関連が見られたことや、15歳以上では25°C前後で外因死が最小になるメカニズムについては、明確に説明できない。要因を追究するためには、生理的反応など個体差のある指標を入手することは現実的に困難であるので行動学的指標、またはそれに代わる指標を模索し、解析への投入を検討していく必要がある。また、解析期間を長期にしたことについての弊害として、外因死のラグに影響することが考えられる救急救命や災害医療などの医療技術・機器は年々発展しており、時代によりラグ日数が異なることが予想されたが、本研究では時代別の解析まで至らなかった。

め、明らかにすることができなかった。今後の調査では、対象エリアの拡大や年齢階級、対象期間をより細分化すること、性別で分けること、過度の高温以外の外因死の内訳別に見ること、帰省ラッシュなど交通事故率が高まる盆暮れ正月や連休、長期休暇などの行事によって生じる偏りを考慮して、解析を進めていく必要がある。今回は、暑熱と外因死との関連を見た初めての研究であることから、可能な限り大きいサンプルサイズを確保し、統計学的に安定した結果を得る目的で、年齢は3区分し性別を分けずに解析を行ったが、更なる詳細な調査を継続していきたい。

文献

1. IPCC. Summary for Policymakers. In: Cubasch, D. Wubbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald, J.-G. Winther, editors. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2013.
2. Luber G, McGeehin M. Climate Change and Extreme Heat Events. *American Journal of Preventive Medicine*. 2008;35(5):429-35. doi: DOI 10.1016/j.amepre.2008.08.021. PubMed PMID: WOS:000260396600007.
3. Anderson GB, Bell ML. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities. *Environmental Health Perspectives*. 2011;119(2):210-8. doi: 10.1289/ehp.1002313. PubMed PMID: 21084239; PubMed Central PMCID: PMC3040608.
4. Horton G, Hanna L, Kelly B. Drought, drying and climate change: emerging health issues for ageing Australians in rural areas. *Australasian Journal on Ageing*. 2010;29(1):2-7. doi: 10.1111/j.1741-6612.2010.00424.x. PubMed PMID: 20398079.
5. Doocy S, Daniels A, Murray S, Kirsch TD. The human impact of floods: a historical review of events 1980-2009 and systematic literature review. *PLoS Currents*. 2013;5. doi: 10.1371/currents.dis.f4deb457904936b07c09daa98ee8171a. PubMed PMID: 23857425; PubMed Central PMCID: PMC3644291.

6. Bennett CM, McMichael AJ. Non-heat related impacts of climate change on working populations. *Global Health Action*. 2010;3. doi: 10.3402/gha.v3i0.5640. PubMed PMID: 21191440; PubMed Central PMCID: PMC3009583.
7. Dessai S. Heat stress and mortality in Lisbon Part II. An assessment of the potential impacts of climate change. *International Journal of Biometeorology*. 2003;48(1):37-44. doi: 10.1007/s00484-003-0180-4. PubMed PMID: 12750971.
8. Malik SM, Awan H, Khan N. Mapping vulnerability to climate change and its repercussions on human health in Pakistan. *Globaization and Health*. 2012;8:31. doi: 10.1186/1744-8603-8-31. PubMed PMID: 22938568; PubMed Central PMCID: PMC3477077.
9. Hondula DM, Davis RE, Leisten MJ, Saha MV, Veazey LM, Wegner CR. Fine-scale spatial variability of heat-related mortality in Philadelphia County, USA, from 1983-2008: a case-series analysis. *Environmental Health : A Global Access Science Source*. 2012;11:16. doi: 10.1186/1476-069X-11-16. PubMed PMID: 22443423; PubMed Central PMCID: PMC3330021.
10. Schaffer A, Muscatello D, Broome R, Corbett S, Smith W. Emergency department visits, ambulance calls, and mortality associated with an exceptional heat wave in Sydney, Australia, 2011: a time-series analysis. *Environmental Health : A Global Access Science Source*.

2012;11(1):3. doi: 10.1186/1476-069X-11-3. PubMed PMID: 22273155; PubMed Central

PMCID: PMC3292446.

11. Dhainaut JF, Claessens YE, Ginsburg C, Riou B. Unprecedented heat-related deaths during the 2003 heat wave in Paris: consequences on emergency departments. *Critical Care*.

2004;8(1):1-2. doi: 10.1186/cc2404. PubMed PMID: 14975035; PubMed Central PMCID:

PMC420061.

12. Centers for Disease C, Prevention. Heat-related deaths among crop workers--United States, 1992--2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2008;57(24):649-53. PubMed

PMID: 18566563.

13. 日本の気候の変化 [Internet]. 日本: 国土交通省気象庁; 2014 [cited 2014 10, September]. Available from: http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p08.html.

14. 平成 22 年の熱中症による死亡者数 [Internet]. 日本: 厚生労働省; 2014 [cited 2014 9, October]. Available from:

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii10/dl/s08.pdf>.

15. Abe M, Shiogama H, Nozawa T, Emori S. Estimation of future surface temperature changes constrained using the future-present correlated modes in inter-model variability of

CMIP3 multimodel simulations. *Journal of Geophysical Research -Atmospheres-*.

2011;116(D18). doi: 10.1029/2010JD015111.

16. 気候変動監視レポート 2013 [Internet]. 日本: 国土交通省気象庁; 2013 [cited 2014 9, September]. Available from:

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2013/pdf/ccmr2013_all.pdf.
17. 「日常生活における熱中症予防指針」 Ver.3 確定版 [Internet]. 日本: 日本気象学会; 2014 [cited 2014 9, October]. Available from:

<http://www.med.shimane-u.ac.jp/assoc-jpnbiomet/pdf/shishinVer3.pdf>.
18. Wolfe MI, Kaiser R, Naughton MP, Mirabelli MC, Yoon SS, Hanzlick R, Henderson AK. Heat-related mortality in selected United States cities, summer 1999. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2001;22(4):352-7. PubMed PMID: 11764901.
19. Donaldson GC, Keatinge WR, Nayha S. Changes in summer temperature and heat-related mortality since 1971 in North Carolina, South Finland, and Southeast England. *Environmental Research*. 2003;91(1):1-7. PubMed PMID: 12550082.
20. Kim H, Ha JS, Park J. High temperature, heat index, and mortality in 6 major cities in South Korea. *Archives of Environmental and Occupational Health*. 2006;61(6):265-70. doi: 10.3200/AEOH.61.6.265-270. PubMed PMID: 17967749.
21. Saez M, Sunyer J, Castellsague J, Murillo C, Anto JM. Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona. *International Journal of Epidemiology*. 1995;24(3):576-82. PubMed PMID: 7672899.

22. Zanobetti A, Schwartz J. Temperature and mortality in nine US cities. *Epidemiology*. 2008;19(4):563-70. doi: 10.1097/EDE.0b013e31816d652d. PubMed PMID: 18467963; PubMed Central PMCID: PMC3722554.
23. Ostro BD, Roth LA, Green RS, Basu R. Estimating the mortality effect of the July 2006 California heat wave. *Environmental Research*. 2009;109(5):614-9. doi: 10.1016/j.envres.2009.03.010. PubMed PMID: 19394595.
24. Lippmann SJ, Fuhrmann CM, Waller AE, Richardson DB. Ambient temperature and emergency department visits for heat-related illness in North Carolina, 2007-2008. *Environmental Research*. 2013;124:35-42. doi: 10.1016/j.envres.2013.03.009. PubMed PMID: 23643292.
25. Brucker G. Vulnerable populations: lessons learnt from the summer 2003 heat waves in Europe. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2005;10(7):147. PubMed PMID: 16088050.
26. Sunyer J. Geographical differences on the mortality impact of heat waves in Europe. *Environmental Health : A Global Access Science Source*. 2010;9:38. doi: 10.1186/1476-069X-9-38. PubMed PMID: 20637066; PubMed Central PMCID: PMC2914718.
27. Morabito M, Profili F, Crisci A, Francesconi P, Gensini GF, Orlandini S. Heat-related mortality in the Florentine area (Italy) before and after the exceptional 2003 heat wave in

Europe: an improved public health response? *International Journal of Biometeorology*.

2012;56(5):801-10. doi: 10.1007/s00484-011-0481-y. PubMed PMID: 21822792.

28. Baccini M, Kosatsky T, Biggeri A. Impact of summer heat on urban population mortality in Europe during the 1990s: an evaluation of years of life lost adjusted for harvesting. *PLoS One*. 2013;8(7):e69638. doi: 10.1371/journal.pone.0069638. PubMed PMID: 23894516; PubMed Central PMCID: PMC3718689.

29. Filleul L, Cassadou S, Medina S, Fabres P, Lefranc A, Eilstein D, Le Tertre A, Pascal L, Chardon B, Blanchard M, Declercq C, Jusot JF, Prouvost H, Ledrans M. The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003. *Environmental Health Perspectives*. 2006;114(9):1344-7. PubMed PMID: 16966086; PubMed Central PMCID: PMC1570046.

30. Garssen J, Harmsen C, de Beer J. The effect of the summer 2003 heat wave on mortality in the Netherlands. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2005;10(7):165-8. PubMed PMID: 16088044.

31. Grize L, Huss A, Thommen O, Schindler C, Braun-Fahrlander C. Heat wave 2003 and mortality in Switzerland. *Swiss Medical Weekly*. 2005;135(13-14):200-5. doi: 2005/13/smw-11009. PubMed PMID: 15909237.

32. Hoffmann B, Hertel S, Boes T, Weiland D, Jockel KH. Increased cause-specific mortality associated with 2003 heat wave in Essen, Germany. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*. 2008;71(11-12):759-65. doi: 10.1080/15287390801985539. PubMed PMID: 18569574.
33. Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, D'Ippoliti D, Marino C, Baccini M, Biggeri A, Anderson HR, Katsouyanni K, Ballester F, Bisanti L, Cadum E, Forsberg B, Forastiere F, Goodman PG, Hojs A, Kirchmayer U, Medina S, Paldy A, Schindler C, Sunyer J, Perucci CA, Group PC. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2009;179(5):383-9. doi: 10.1164/rccm.200802-217OC. PubMed PMID: 19060232.
34. Breitner S, Wolf K, Peters A, Schneider A. Short-term effects of air temperature on cause-specific cardiovascular mortality in Bavaria, Germany. *Heart*. 2014;100(16):1272-80. doi: 10.1136/heartjnl-2014-305578. PubMed PMID: 24906508.
35. Huang J, Wang J, Yu W. The lag effects and vulnerabilities of temperature effects on cardiovascular disease mortality in a subtropical climate zone in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014;11(4):3982-94. doi: 10.3390/ijerph110403982. PubMed PMID: 24733034; PubMed Central PMCID: PMC4025023.

36. Yu W, Hu W, Mengersen K, Guo Y, Pan X, Connell D, Tong S. Time course of temperature effects on cardiovascular mortality in Brisbane, Australia. *Heart*. 2011;97(13):1089-93. doi: 10.1136/hrt.2010.217166. PubMed PMID: 21487126.
37. Khanjani N, Bahrapour A. Temperature and cardiovascular and respiratory mortality in desert climate. A case study of Kerman, Iran. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 2013;10(1):11. doi: 10.1186/1735-2746-10-11. PubMed PMID: 23369284; PubMed Central PMCID: PMC3570472.
38. Likhvar V, Honda Y, Ono M. Relation between temperature and suicide mortality in Japan in the presence of other confounding factors using time-series analysis with a semiparametric approach. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2011;16(1):36-43. doi: 10.1007/s12199-010-0163-0. PubMed PMID: 21432215; PubMed Central PMCID: PMC2999689.
39. Kim Y, Kim H, Kim DS. Association between daily environmental temperature and suicide mortality in Korea (2001-2005). *Psychiatry Research*. 2011;186(2-3):390-6. doi: 10.1016/j.psychres.2010.08.006. PubMed PMID: 20828832.
40. 本田靖, 小野雅司, 佐々木昭彦, 内山巖雄. 九州における日最高気温と死亡との関係. *日本公衆衛生雑誌*. 1995;42(4):260-8.

41. Ishigami A, Hajat S, Kovats RS, Bisanti L, Rognoni M, Russo A, Paldy A. An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities. *Environmental Health : A Global Access Science Source*. 2008;7:5. doi: 10.1186/1476-069X-7-5. PubMed PMID: 18226218; PubMed Central PMCID: PMC2266730.
42. Samson J, Berteaux. D, McGill. BJ, Humphries. MM. Geographic disparities and moral hazards in the predicted impacts of climate change on human populations. *Global Ecology and Biogeography*. 2011;20(4):532-44.
43. Woodward A, Smith KR, Campbell-Lendrum D, Chadee DD, Honda Y, Liu Q, Olwoch J, Revich B, Sauerborn R, Chafe Z, Confalonieri U, Haines A. Climate change and health: on the latest IPCC report. *Lancet*. 2014;383(9924):1185-9. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60576-6. PubMed PMID: 24703554.
44. ヒートアイランド対策マニュアル～最新状況と適応策等の対策普及に向けて～ [Internet]. 日本: 環境省; 2012 [cited 2014 15, June]. Available from: http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/manual_01/01_chpt1-1.pdf.
45. 甲斐憲次. 二つの温暖化-地球温暖化とヒートアイランド-. 日本: 成山堂書店; 2012. p.298.
46. Gagge AP. Engineering indices of thermal comfort, the past and the future. *Journal de Physiologie(Paris)*. 1971;63(3):373-6. PubMed PMID: 5121953.

47. 永島計. 体温とは. 彼末一之編集. からだと温度の辞典. 日本: 朝倉書店; 2010.
p. 2-4.
48. Wyndham CH. Adaptation to heat and cold. *Environmental Research*.
1969;2(5):442-69. PubMed PMID: 5381589.
49. Knochel JP. Heat stroke and related heat stress disorders. *Disease-a-Month*.
1989;35(5):301-77. PubMed PMID: 2653754.
50. Ash CJ, Cook JR, McMurry TA, Auner CR. The use of rectal temperature to monitor
heat stroke. *Missouri medicine*. 1992;89(5):283-8. PubMed PMID: 1608386.
51. de Galan BE, Hoekstra JB. Extremely elevated body temperature: case report and
review of classical heat stroke. *Netherlands Journal of Medicine*. 1995;47(6):281-7. PubMed
PMID: 8569934.
52. Attia M, Khogali M, El-Khatib G, Mustafa MK, Mahmoud NA, Eldin AN, Gumaa K.
Heat stroke: an upward shift of temperature regulation set point at an elevated body temperature.
International Archives of Occupational and Environmental Health. 1983;53(1):9-17. PubMed
PMID: 6654506.
53. Ogura Y, Naito H, Akin S, Ichinoseki-Sekine N, Kurosaka M, Kakigi R, Sugiura T,
Powers SK, Katamoto S, Demirel HA. Elevation of body temperature is an essential factor for
exercise-increased extracellular heat shock protein 72 level in rat plasma. *American Journal of*

Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2008;294(5):R1600-7. doi:

10.1152/ajpregu.00581.2007. PubMed PMID: 18367652.

54. Page LA, Hajat S, Kovats RS. Relationship between daily suicide counts and temperature in England and Wales. *British Journal of Psychiatry*. 2007;191:106-12. doi:

10.1192/bjp.bp.106.031948. PubMed PMID: 17666493.

55. Nadel ER, Pandolf KB, Roberts MF, Stolwijk JA. Mechanisms of thermal acclimation to exercise and heat. *Journal of Applied Physiology*. 1974;37(4):515-20. PubMed PMID:

4414615.

56. Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000;72(2 Suppl):564S-72S. PubMed PMID:

10919961.

57. Basagana X, Sartini C, Barrera-Gomez J, Dadvand P, Cunillera J, Ostro B, Sunyer J, Medina-Ramon M. Heat waves and cause-specific mortality at all ages. *Epidemiology*.

2011;22(6):765-72. doi: 10.1097/EDE.0b013e31823031c5. PubMed PMID: 21968768.

58. Hajat S, Kovats RS, Lachowycz K. Heat-related and cold-related deaths in England and Wales: who is at risk? *Occupational and Environmental Medicine*. 2007;64(2):93-100. doi:

10.1136/oem.2006.029017. PubMed PMID: 16990293; PubMed Central PMCID:

PMC2078436.

59. 内山巖雄, 佐々木昭彦, 高橋美加, 西田泰. 自動車事故への気温と日射の影響 : 新潟市での検討. 日本衛生學雜誌. 2001;56(1):334.
60. 森直代, 荒記俊一, 横山和仁, 本田靖, 佐々木昭彦, 内山巖雄. 交通事故死亡に及ぼす最高気温、平均湿度および不快指数の影響 : 東京都(1978-1990年)における解析. 日本公衆衛生学会總會抄録集. 1995;54:1451.
61. 大槻秀樹, 五月女隆男, 松村一弘, 藤野和典, 古川智之, 江口豊, 山田尚登. 救急受診患者における精神科疾患患者数の季節性 : 滋賀医科大学の場合. 日本救急医学会雑誌. 2009;20(9):763-71. doi: 10.3893/jjaam.20.763.
62. 佐藤保則, 近藤稔和, 大島徹. 石川県における自殺の統計的検討(1989-1995年). 金沢大学十全医学会雑誌. 1996;105(4):530-7.
63. 星秋夫, 稲葉裕. 学校での運動時における外因性死亡の発生状況. 体力科學. 2002;51(1):85-92. doi: 10.7600/jspfsm1949.51.85.
64. 厚生労働省. 死亡診断書(死体検案書)記入マニュアル 平成25年度版. 東京: 統計印刷工業株式会社; 2013.
65. 平成24年 人口動態統計月報年計(概数)の概況 [Internet]. 日本: 厚生労働省; 2012 [cited 2013 9, October]. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai12/dl/gaikyou24.pdf>.

66. 内閣府. 平成 22 年版 子ども・若者白書 第 3 章子ども・若者の安全と問題行動 第 1 節 子ども・若者の安全. 2010.
67. 人口動態調査 2012 年 [Internet]. 日本: 総務省統計局; 2012 [cited 2015 10, January]. Available from:
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001108739&requestSender=dsearch.
68. 松田武一. 生命保険被保険者の災害死の動向について. 保険医学雑誌. 1967;65(81).
69. 米島俊夫. 昭和 35 年本邦「外因死」死亡率について. 東京女子医科大学雑誌. 1970;40(7):436-49.
70. Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *American Journal of Epidemiology*. 2002;155(1):80-7. PubMed PMID: 11772788.
71. Pattenden S, Nikiforov B, Armstrong BG. Mortality and temperature in Sofia and London. *Journal of Epidemiology / Japan Epidemiological Association*. 2003;57(8):628-33. PubMed PMID: 12883072; PubMed Central PMCID: PMC1732532.

72. Honda Y, Ono M, Sasaki A, Uchiyama I. Relationship between daily high temperature and mortality in Kyushu, Japan. *Nihon Koshu Eisei Zasshi*. 1995;42(4):260-8. PubMed PMID: 7780169.
73. McMichael AJ, Wilkinson P, Kovats RS, Pattenden S, Hajat S, Armstrong B, Vajanapoom N, Niciu EM, Mahomed H, Kingkeow C, Kosnik M, O'Neill MS, Romieu I, Ramirez-Aguilar M, Barreto ML, Gouveia N, Nikiforov B. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHURM' project. *International Journal of Epidemiology*. 2008;37(5):1121-31. doi: 10.1093/ije/dyn086. PubMed PMID: 18522981.
74. Dominici F, McDermott A, Zeger SL, Samet JM. On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health. *American Journal of Epidemiology*. 2002;156(3):193-203. PubMed PMID: 12142253.
75. He S, Mazumdar S, Arena VC. A comparative study of the use of GAM and GLM in air pollution research. *Environmetrics*. 2006;17(1):81-93. doi: Doi 10.1002/Env.751. PubMed PMID: WOS:000234703200006.
76. Hastie T, Tibshirani R. *Generalized additive models*. 1st ed. London ; New York: Chapman and Hall; 1990. xv, 335 p. p.
77. Whittaker ET. On a New Method of Graduation. *Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society*. 1922;41:63-75. doi: 10.1017/S001309150000359X.

78. Wood SN. Generalized additive models : an introduction with R. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC; 2006. xvii, 391 p. p.
79. Faraway JJ. Extending the linear model with R : generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 2006. ix, 301 p. p.
80. 辻谷将明, 外山信夫. R による GAM 入門. 行動計量学. 2007;34(1):111-131.
81. Package ‘mgcv’ [Internet]. Simon W; 2014 [cited 2014 5, November]. Available from: <http://cran.r-project.org/web/packages/mgcv/mgcv.pdf>.
82. Gu C, Wahba G. Minimizing Gcv/Gml Scores with Multiple Smoothing Parameters Via the Newton Method. Siam Journal on Scientific and Statistical Computing. 1991;12(2):383-98. doi: Doi 10.1137/0912021. PubMed PMID: WOS:A1991EX67300009.
83. Anderson BG, Bell ML. Weather-Related Mortality How Heat, Cold, and Heat Waves Affect Mortality in the United States. Epidemiology. 2009;20(2):205-13. doi: Doi 10.1097/Ede.0b013e318190ee08. PubMed PMID: WOS:000263715400011.
84. Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. The time course of weather-related deaths. Epidemiology. 2001;12(6):662-7. PubMed PMID: 11679794.
85. Goodman PG, Dockery DW, Clancy L. Cause-specific mortality and the extended effects of particulate pollution and temperature exposure. Environmental Health Perspectives. 2004;112(2):179-85. PubMed PMID: 14754572; PubMed Central PMCID: PMC1241827.

86. Samoli E, Zanobetti A, Schwartz J, Atkinson R, LeTertre A, Schindler C, Perez L, Cadum E, Pekkanen J, Paldy A, Touloumi G, Katsouyanni K. The temporal pattern of mortality responses to ambient ozone in the APHEA project. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2009;63(12):960-6. doi: 10.1136/jech.2008.084012. PubMed PMID: 19648130.
87. Zanobetti A, Schwartz J. Mortality displacement in the association of ozone with mortality: an analysis of 48 cities in the United States. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2008;177(2):184-9. doi: 10.1164/rccm.200706-823OC. PubMed PMID: 17932375.
88. Muggeo VM, Hajat S. Modelling the non-linear multiple-lag effects of ambient temperature on mortality in Santiago and Palermo: a constrained segmented distributed lag approach. *Occupational and Environmental Medicine*. 2009;66(9):584-91. doi: DOI 10.1136/oem.2007.038653. PubMed PMID: WOS:000269063400005.
89. Hajat S, Armstrong BG, Gouveia N, Wilkinson P. Mortality displacement of heat-related deaths: a comparison of Delhi, Sao Paulo, and London. *Epidemiology*. 2005;16(5):613-20. PubMed PMID: 16135936.
90. Schwartz J. Harvesting and long term exposure effects in the relation between air pollution and mortality. *American Journal of Epidemiology*. 2000;151(5):440-8. PubMed PMID: WOS:000085652800002.

91. Gasparrini A. Distributed Lag Linear and Non-Linear Models in R: The Package dlnm. *Journal of Statistical Software*. 2011;43(8):1-20. PubMed PMID: 22003319; PubMed Central PMCID: PMC3191524.
92. Almon S. The Distributed Lag between Capital Appropriations and Expenditures. *Econometrica*. 1965;33(1):178-96. doi: Doi 10.2307/1911894. PubMed PMID: WOS:A1965CAL8400008.
93. Zanobetti A, Schwartz J, Samoli E, Gryparis A, Touloumi G, Atkinson R, Le Tertre A, Bobros J, Celko M, Goren A, Forsberg B, Michelozzi P, Rabczenko D, Ruiz EA, Katsouyanni K. The temporal pattern of mortality responses to air pollution: A multicity assessment of mortality displacement. *Epidemiology*. 2002;13(1):87-93. doi: Doi 10.1097/00001648-200201000-00014. PubMed PMID: WOS:000172908400014.
94. Rocklöv J, Barnett AG, Woodward A. On the estimation of heat-intensity and heat-duration effects in time series models of temperature-related mortality in Stockholm, Sweden. *Environmental Health : a global access science source*. 2012;11:23. doi: 10.1186/1476-069X-11-23. PubMed PMID: 22490779; PubMed Central PMCID: PMC3431980.
95. Roberts S, Martin MA. A distributed lag approach to fitting non-linear dose-response models in particulate matter air pollution time series investigations. *Environmental Research*.

2007;104(2):193-200. doi: DOI 10.1016/j.envres.2007.01.009. PubMed PMID:

WOS:000247060700001.

96. Armstrong B. Models for the relationship between ambient temperature and daily mortality. *Epidemiology*. 2006;17(6):624-31. doi: 10.1097/01.ede.0000239732.50999.8f.

PubMed PMID: 17028505.

97. Yi W, Chan AP. Effects of temperature on mortality in Hong Kong: a time series analysis. *International Journal of Biometeorology*. 2014. doi: 10.1007/s00484-014-0895-4.

PubMed PMID: 25179530.

98. Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models. *Statistics in Medicine*. 2010;29(21):2224-34. doi: 10.1002/sim.3940. PubMed PMID:

20812303; PubMed Central PMCID: PMC2998707.

99. The R Project for Statistical Computing [Internet]. Vienna, Austria: R Development Core Team; 2014. Available from: <http://www.r-project.org/>.

100. Gasparrini A, Armstrong B. Package 'dlnm' [Internet]. Vienna, Austria: Institute for Statistics and Mathematics of Wirtschaftsuniversität Wien; 2014 [cited 2014 5, November].

Available from: <http://cran.r-project.org/web/packages/dlnm/dlnm.pdf>.

101. 疫学研究に関する倫理指針 [Internet]. 日本: 文部科学省, 厚生労働省; 2002
[cited 2012 4 November]. Available from:
<http://www.mhlw.go.jp/general/seido/kousei/i-kenkyu/ekigaku/0504sisin.html>.
102. 各種データ・資料 過去の気象データ検索 [Internet]. 日本: 国土交通省気象庁;
2014 [cited 2014 5, January]. Available from:
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>.
103. 気象観測統計の解説 [Internet]. 日本: 気象庁; 2013 [cited 2014 2, November].
Available from: http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/kaisetu/shishin/shishin_all.pdf.
104. Barreca AI. Climate change, humidity, and mortality in the United States. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2012;63(1):19-34. doi:
10.1016/j.jeem.2011.07.004. PubMed PMID: 25328254; PubMed Central PMCID:
PMC4199665.
105. Diaz J, Garcia R, Lopez C, Linares C, Tobias A, Prieto L. Mortality impact of extreme
winter temperatures. *International Journal of Biometeorology*. 2005;49(3):179-83. doi:
10.1007/s00484-004-0224-4. PubMed PMID: 15290433.
106. Tian Z, Li S, Zhang J, Guo Y. The characteristic of heat wave effects on coronary heart
disease mortality in Beijing, China: a time series study. *PLoS One*. 2013;8(9):e77321. doi:

10.1371/journal.pone.0077321. PubMed PMID: 24098818; PubMed Central PMCID:

PMC3786924.

107. Goggins WB, Chan EY, Ng E, Ren C, Chen L. Effect modification of the association between short-term meteorological factors and mortality by urban heat islands in Hong Kong.

PLoS One. 2012;7(6):e38551. doi: 10.1371/journal.pone.0038551. PubMed PMID: 22761684;

PubMed Central PMCID: PMC3382248.

108. 厚生省. 死亡診断書・死産証書・出生証明書の書き方 疾病 傷害 死因統計分類 1968 年版. 東京: 小宮山印刷工業株式会社; 1968. 171 p.

109. 厚生省. 死亡診断書・死産証書・出生証明書の書き方 疾病, 傷害および死因統計分類の概要・分類表 1979 年版. 東京: 耕文社; 1979. 231 p.

110. 疾病、傷害及び死因の統計分類 [Internet]. 日本: 厚生労働省; 2014 [cited 2014 20, January]. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/sippe/>.

111. Shinsugi C, Stickley A, Konishi S, Ng CF, Watanabe C. Seasonality of child and adolescent injury mortality in Japan, 2000-2010. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2014. doi: 10.1007/s12199-014-0421-7. PubMed PMID: 25358906.

112. Likhvar VN, Honda Y. Choice of degree of smoothing in fitting nonparametric regression models for temperature-mortality relation in Japan based on a Priori knowledge.

Journal of Health Science. 2008;54(2):143-53. doi: Doi 10.1248/Jhs.54.143. PubMed PMID:

WOS:000255510600003.

113. Katsouyanni K, Samet JM, Anderson HR, Atkinson R, Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Touloumi G, Burnett RT, Krewski D, Ramsay T, Dominici F, Peng RD, Schwartz J, Zanobetti A, Committee HEIHR. Air pollution and health: a European and North American approach

(APHENA). Research report (Health Effects Institute). 2009(142):5-90. PubMed PMID:

20073322.

114. Samet JM, Dominici F, Zeger SL, Schwartz J, Dockery DW. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part I: Methods and methodologic issues. Research report

(Health Effects Institute). 2000(94 Pt 1):5-14; discussion 75-84. PubMed PMID: 11098531.

115. Wedderburn RWM. Quasi-Likelihood Functions, Generalized Linear-Models, and Gauss-Newton Method. *Biometrika*. 1974;61(3):439-47. doi: DOI 10.1093/biomet/61.3.439.

PubMed PMID: WOS:A1974V212000006.

116. Gosling SN, McGregor GR, Lowe JA. Climate change and heat-related mortality in six cities Part 2: climate model evaluation and projected impacts from changes in the mean and variability of temperature with climate change. *International Journal of Biometeorology*.

2009;53(1):31-51. doi: 10.1007/s00484-008-0189-9. PubMed PMID: 19052780.

117. Hu W, Mengersen K, McMichael A, Tong S. Temperature, air pollution and total mortality during summers in Sydney, 1994-2004. *International Journal of Biometeorology*. 2008;52(7):689-96. doi: 10.1007/s00484-008-0161-8. PubMed PMID: 18506490.
118. Laaidi M, Laaidi K, Besancenot JP. Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming. *International Journal of Biometeorology*. 2006;51(2):145-53. doi: 10.1007/s00484-006-0045-8. PubMed PMID: 16847688.
119. O'Neill MS, Hajat S, Zanobetti A, Ramirez-Aguilar M, Schwartz J. Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality. *International Journal of Biometeorology*. 2005;50(2):121-9. doi: 10.1007/s00484-005-0269-z. PubMed PMID: 15912362.
120. 本田靖. 小児の事故に及ぼす夏の暑さの影響とそのメカニズム. 筑波大学体育科学系紀要. 2005;28:187-9.
121. Ng CF, Ueda K, Nitta H, Takeuchi A. Seasonal variation in the acute effects of ozone on premature mortality among elderly Japanese. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2013;185(10):8767-76. doi: 10.1007/s10661-013-3211-6. PubMed PMID: 23604788.
122. Ren C, Williams GM, Morawska L, Mengersen K, Tong S. Ozone modifies associations between temperature and cardiovascular mortality: analysis of the NMMAPS data.

Occupational and Environmental Medicine. 2008;65(4):255-60. doi: 10.1136/oem.2007.033878.

PubMed PMID: 17890300.

123. Kondo N, Oh J. Suicide and karoshi (death from overwork) during the recent economic crises in Japan: the impacts, mechanisms and political responses. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2010;64(8):649-50. doi: 10.1136/jech.2009.090787.

PubMed PMID: 20670973.

124. Aihara H, Iki M. An ecological study of the relations between the recent high suicide rates and economic and demographic factors in Japan. *Journal of Epidemiology / Japan Epidemiological Association*. 2003;13(1):56-61. PubMed PMID: 12587614.

125. Tanji F, Kakizaki M, Sugawara Y, Watanabe I, Nakaya N, Minami Y, Fukao A, Tsuji I. Personality and suicide risk: the impact of economic crisis in Japan. *Psychological Medicine*. 2014;1-15. doi: 10.1017/S0033291714001688. PubMed PMID: 25036366.

126. 庄司卓郎, 江川義之, 輿水ヒカル. 環境温度の違いが作業パフォーマンスに及ぼす影響 (建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究(中間報告)). *産業安全研究所特別研究報告*. 2003(28):49-61.

127. 西原直枝, 山本ゆう子, 田辺新一. C-31 温熱環境が作業効率に与える影響に関する研究 : その2 自覚症状調べおよび近赤外線酸素モニタによる評価. *学術講演会論文集*. 2001;13(2):761-4.

128. 高崎裕治, 大中忠勝, 枋原裕, 永井由美子, 伊藤宏充, 吉竹史郎. 冬期の浴室とトイレにおける寒冷暴露と高齢者の反応. 人間と生活環境. 2010;17(2):65-71.
129. Martinez GS, Imai C, Masumo K. Local heat stroke prevention plans in Japan: characteristics and elements for public health adaptation to climate change. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011;8(12):4563-81. doi: 10.3390/ijerph8124563. PubMed PMID: 22408589; PubMed Central PMCID: PMC3290973.
130. Gamble JL, Hurley BJ, Schultz PA, Jaglom WS, Krishnan N, Harris M. Climate change and older Americans: state of the science. *Environmental Health Perspectives*. 2013;121(1):15-22. doi: 10.1289/ehp.1205223. PubMed PMID: 23033457; PubMed Central PMCID: PMC3553435.
131. Kravchenko J, Abernethy AP, Fawzy M, Lyerly HK. Minimization of heatwave morbidity and mortality. *American Journal of Preventive Medicine*. 2013;44(3):274-82. doi: 10.1016/j.amepre.2012.11.015. PubMed PMID: 23415125.
132. 水口恵美子, 中澤浩一, 萱場桃子, 近藤正英, 本田靖. 夏季における高齢者の冷房装置使用の調査 : 2010-2011 の比較. 日本生気象学会雑誌. 2014;51(1):9-21.

図表目次

	頁
図 1. 都市別 年平均気温上昇率 (1931 年–2013 年)	72
表 1. 対象地域における各気温指標間のピアソンの積率相関係数 r	73
表 2-1. ICD-10 分類 V00-Y98 傷病及び死亡の外因.....	74
表 2-2. ICD-10 分類 X30-X39 自然の力への曝露.....	75
表 3. 解析対象の除外日とした事故や災害	76
表 4-1. 外因による死亡に占める自殺の割合 (%)	77
表 4-2. 外因による死亡に占める自然の過度の高温への曝露による死亡の割合 (%)	77
表 5. 対象地域の特徴	78
図 2-1. 北海道における外因死の日次推移.....	79
図 2-2. 宮城県における外因死の日次推移.....	80
図 2-3. 東京都における外因死の日次推移.....	81
図 2-4. 愛知県における外因死の日次推移.....	82
図 2-5. 大阪府における外因死の日次推移.....	83
図 2-6. 福岡県における外因死の日次推移.....	84
図 3-1. 北海道における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	85
図 3-2. 宮城県における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	86
図 3-3. 東京都における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	87
図 3-4. 愛知県における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	88
図 3-5. 大阪府における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	89
図 3-6. 福岡県における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	90
図 4-1.	
a) 北海道における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	91
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	91
c) 北海道における外因死の RR とラグ日数、気温の関係	92
図 4-2.	
a) 北海道における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	93
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	93
c) 北海道における外因死の RR とラグ日数、気温の関係	94
図 4-3.	
a) 北海道における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	95
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	95
c) 北海道における外因死の RR とラグ日数、気温の関係	96
図 4-4.	
a) 宮城県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	97
b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	97
c) 宮城県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係	98

図 4-5.	
a)	宮城県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)99
b)	宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....99
c)	宮城県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係100
図 4-6.	
a)	宮城県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)101
b)	宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....101
c)	宮城県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係102
図 4-7.	
a)	東京都における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)103
b)	東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析.....103
c)	東京都における外因死の RR とラグ日数、気温の関係104
図 4-8.	
a)	東京都における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)105
b)	東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析.....105
c)	東京都における外因死の RR とラグ日数、気温の関係106
図 4-9.	
a)	東京都における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)107
b)	東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析.....107
c)	東京都における外因死の RR とラグ日数、気温の関係108
図 4-10.	
a)	愛知県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)109
b)	愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....109
c)	愛知県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係110
図 4-11.	
a)	愛知県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)111
b)	愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....111
c)	愛知県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係112
図 4-12.	
a)	愛知県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)113
b)	愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....113
c)	愛知県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係114
図 4-13.	
a)	大阪府における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)115
b)	大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析.....115
c)	大阪府における外因死の RR とラグ日数、気温の関係116
図 4-14.	
a)	大阪府における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)117
b)	大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析.....117
c)	大阪府における外因死の RR とラグ日数、気温の関係118
図 4-15.	
a)	大阪府における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)119
b)	大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析.....119
c)	大阪府における外因死の RR とラグ日数、気温の関係120

図 4-16.	
a) 福岡県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	121
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	121
c) 福岡県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係.....	122
図 4-17.	
a) 福岡県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	123
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	123
c) 福岡県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係.....	124
図 4-18.	
a) 福岡県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	125
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	125
c) 福岡県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係.....	126
図 5-1. 北海道における非自殺外因死の日次推移.....	127
図 5-2. 宮城県における非自殺外因死の日次推移.....	128
図 5-3. 東京都における非自殺外因死の日次推移.....	129
図 5-4. 愛知県における非自殺外因死の日次推移.....	130
図 5-5. 大阪府における非自殺外因死の日次推移.....	131
図 5-6. 福岡県における非自殺外因死の日次推移.....	132
図 6-1. 北海道における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	133
図 6-2. 宮城県における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	134
図 6-3. 東京都における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	135
図 6-4. 愛知県における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	136
図 6-5. 大阪府における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	137
図 6-6. 福岡県における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線.....	138
図 7-1.	
a) 北海道における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	139
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	139
c) 北海道における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係.....	140
図 7-2.	
a) 北海道における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	141
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	141
c) 北海道における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係.....	142
図 7-3.	
a) 北海道における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	143
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	143
c) 北海道における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係.....	144
図 7-4.	
a) 宮城県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	145
b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析.....	145
c) 宮城県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係.....	146

図 7-5.	
a)	宮城県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳) 147
b)	宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 147
c)	宮城県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 148
図 7-6.	
a)	宮城県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上) 149
b)	宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 149
c)	宮城県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 150
図 7-7.	
a)	東京都における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳) 151
b)	東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 151
c)	東京都における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 152
図 7-8.	
a)	東京都における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳) 153
b)	東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 153
c)	東京都における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 154
図 7-9.	
a)	東京都における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上) 155
b)	東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 155
c)	東京都における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 156
図 7-10.	
a)	愛知県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳) 157
b)	愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 157
c)	愛知県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 158
図 7-11.	
a)	愛知県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳) 159
b)	愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 159
c)	愛知県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 160
図 7-12.	
a)	愛知県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上) 161
b)	愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 161
c)	愛知県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 162
図 7-13.	
a)	大阪府における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳) 163
b)	大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 163
c)	大阪府における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 164
図 7-14.	
a)	大阪府における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳) 165
b)	大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 165
c)	大阪府における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 166
図 7-15.	
a)	大阪府における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上) 167
b)	大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析..... 167
c)	大阪府における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 168

図 7-16.	
a) 福岡県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	169
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析	169
c) 福岡県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係	170
図 7-17.	
a) 福岡県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	171
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析	171
c) 福岡県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係	172
図 7-18.	
a) 福岡県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	173
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析	173
c) 福岡県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係	174
図 8-1. 北海道における自然の過度の高温による死亡の日次推移	175
図 8-2. 宮城県における自然の過度の高温による死亡の日次推移	176
図 8-3. 東京都における自然の過度の高温による死亡の日次推移	177
図 8-4. 愛知県における自然の過度の高温による死亡の日次推移	178
図 8-5. 大阪府における自然の過度の高温による死亡の日次推移	179
図 8-6. 福岡県における自然の過度の高温による死亡の日次推移	180
図 9-1. 北海道における自然の過度の高温への曝露による死亡と気温の平滑化スプライン曲線	181
図 9-2. 宮城県における自然の過度の高温への曝露による死亡と気温の平滑化スプライン曲線	182
図 9-3. 東京都における自然の過度の高温への曝露による死亡と気温の平滑化スプライン曲線	183
図 9-4. 愛知県における自然の過度の高温への曝露による死亡と気温の平滑化スプライン曲線	184
図 9-5. 大阪府における自然の過度の高温への曝露による死亡と気温の平滑化スプライン曲線	185
図 9-6. 福岡県における自然の過度の高温への曝露による死亡と気温の平滑化スプライン曲線	186
図 10-1.	
a) 北海道における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	187
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析	187
c) 北海道における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	188
図 10-2.	
a) 北海道における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	189
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析	189
c) 北海道における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	190
図 10-3.	
a) 北海道における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	191
b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析	191

c) 北海道における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	192
図 10-4.	
a) 宮城県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	193
b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析	193
c) 宮城県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	194
図 10-5.	
a) 宮城県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	195
b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析	195
c) 宮城県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	196
図 10-6.	
a) 宮城県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	197
b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析	197
c) 宮城県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	198
図 10-7.	
a) 東京都における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	199
b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析	199
c) 東京都における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	200
図 10-8.	
a) 東京都における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	201
b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析	201
c) 東京都における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	202
図 10-9.	
a) 東京都における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	203
b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析	203
c) 東京都における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	204
図 10-10.	
a) 愛知県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	205
b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析	205
c) 愛知県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	206
図 10-11.	
a) 愛知県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	207
b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析	207
c) 愛知県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	208
図 10-12.	
a) 愛知県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	209
b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析	209
c) 愛知県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	210
図 10-13.	
a) 大阪府における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	211
b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析	211
c) 大阪府における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	212
図 10-14.	
a) 大阪府における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	213
b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析	213

c) 大阪府における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	214
図 10-15.	
a) 大阪府における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	215
b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析	215
c) 大阪府における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	216
図 10-16.	
a) 福岡県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)	217
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析	217
c) 福岡県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	218
図 10-17.	
a) 福岡県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)	219
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析	219
c) 福岡県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	220
図 10-18.	
a) 福岡県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)	221
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析	221
c) 福岡県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係	222

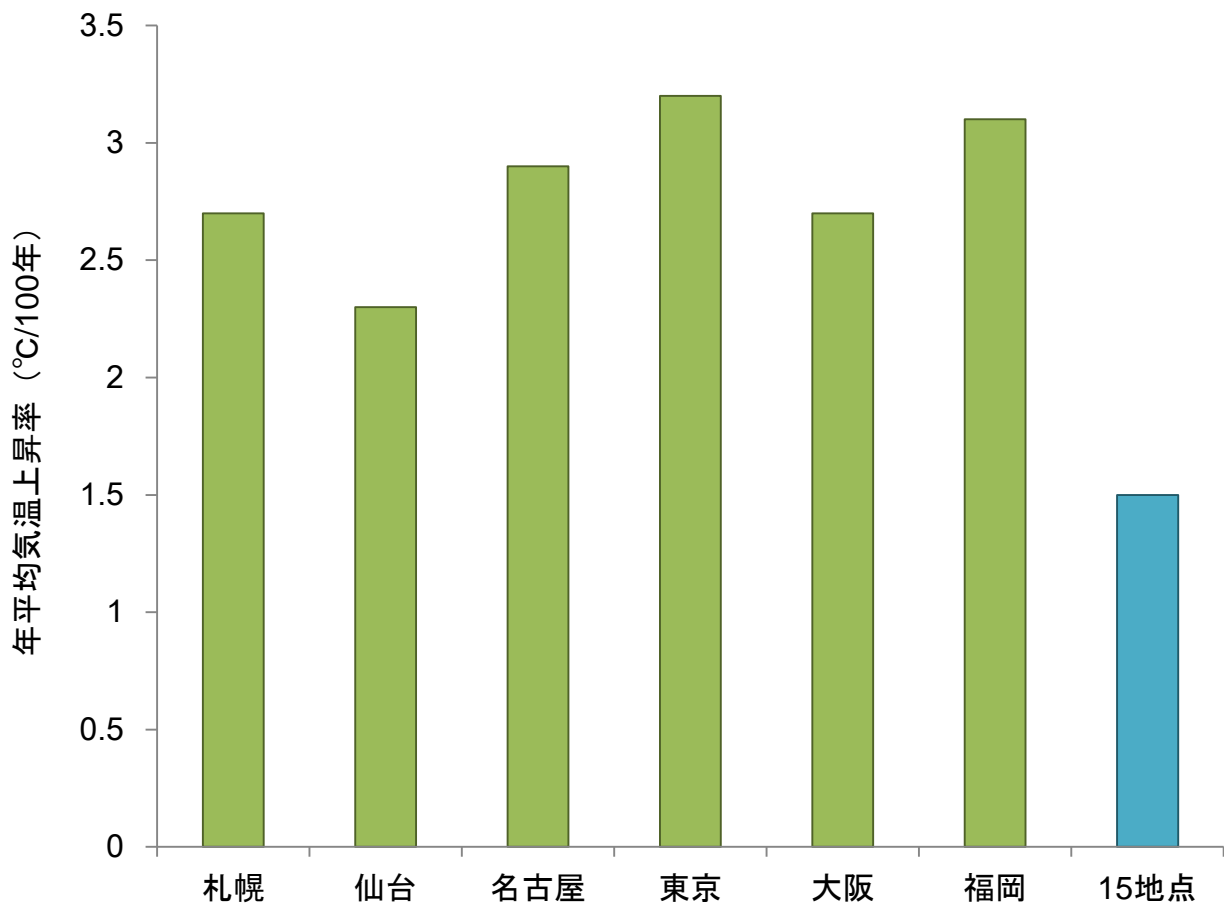


図 1. 都市別 年平均気温上昇率 (1931 年—2013 年)

15 地点は、都市化の影響が比較的少ない次の 17 観測地点のことである。

網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、多度津、宮崎、名瀬、石垣島。

この 15 地点と 6 都道府県について平均して算出された値が気象庁により公表されており、グラフ化して示した。

15 地点と比べると 6 都道府県では気温上昇率が高い。

(参照) 国土交通省気象庁 各種データ・資料 気候変動監視レポート 2013 第 2 部

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2013/pdf/ccmr2013_chap2.pdf

表 1. 対象地域における各気温指標間のピアソンの積率相関係数 r

	北海道	宮城県	東京都	愛知県	大阪府	福岡県
Tmax, Tmin	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94
Tmax, Tave	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Tmin, Tave	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

Note: Tmax : 日最高気温 (°C) ; Tmin : 日最低気温 (°C) ; Tave : 日平均気温 (°C) (1972 年～2012 年)

表 2-1. ICD-10 分類 V00-Y98 傷病及び死亡の外因

分類 ID	分類表記
V01-V09	交通事故により受傷した歩行者
V10-V19	交通事故により受傷した自転車乗員
V20-V29	交通事故により受傷したオートバイ乗員
V30-V39	交通事故により受傷したオート三輪車乗員
V40-V49	交通事故により受傷した乗用車乗員
V50-V59	交通事故により受傷した軽トラック乗員又はバン乗員
V60-V69	交通事故により受傷した大型輸送車両乗員
V70-V79	交通事故により受傷したバス乗員
V80-V89	その他の陸上交通事故
V90-V94	水上交通事故
V95-V97	航空及び宇宙交通事故
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故
W00-W19	転倒・転落
W20-W49	生物によらない機械的な力への曝露
W50-W64	生物による機械的な力への曝露
W65-W74	不慮の溺死及び溺水
W75-W84	その他の不慮の窒息
W85-W99	電流、放射線並びに極端な気温及び気圧への曝露
X00-X09	煙、火及び火炎への曝露
X10-X19	熱及び高温物質との接触
X20-X29	有毒動植物との接触
X30-X39	自然の力への曝露
X40-X49	有害物質による不慮の中毒及び有害物質への曝露
X50-X57	無理ながんばり、旅行及び欠乏状態
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露
X60-X84	故意の自傷及び自殺
X85-Y09	加害にもとづく傷害及び死亡
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件
Y35-Y36	法的介入及び戦争行為
Y40-Y59	治療上の使用により有害作用を引き起こした薬物、薬剤及び生物学的製剤
Y60-Y69	外科的及び内科的ケア時における患者に対する医療事故
Y70-Y82	治療及び診断に用いて副反応を起こした医療用器具
Y83-Y84	患者の異常反応又は後発合併症を生じた外科的及びその他の医学的処置で、処置時には事故の記載がないもの
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症
Y90-Y98	他に分類される傷病及び死亡の原因に関する補助的因子

(出典) 厚生労働省 統計情報・白書 疾病、傷害及び死因の統計分類
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/sippeil/>

表 2-2. ICD-10 分類 X30-X39 自然の力への曝露

分類 ID	分類表記
X30	自然の過度の高温への曝露
X31	自然の過度の低温への曝露
X32	日光への曝露
X33	落雷による受傷者
X34	地震による受傷者
X35	火山の噴火による受傷者
X36	なだれ、地すべり及びその他の地面の運動による受傷者
X37	暴風雨による受傷者
X38	洪水による受傷者
X39	その他及び詳細不明の自然の力への曝露

(出典) 厚生労働省 統計情報・白書 疾病、傷害及び死因の統計分類
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/sippeil/>

表 3. 解析対象の除外日とした事故や災害

	日	事故・災害名	死者総数 (人)
北海道	1972/11/02	奈井江町の石狩炭鉱爆発事故	31
	1974/12/19	三井砂川鉱業所第一坑ガス爆発事故	15
	1977/05/11	三井石炭鉱業芦別鉱業所ガス爆発事故	25
	1981/10/16	北炭夕張新炭鉱ガス突出事故	93
	1985/05/17	三菱南大夕張炭鉱ガス爆発事故	62
	1993/07/12	北海道南西沖地震	202
宮城県	1978/06/12	宮城県沖地震	28
	2011/03/11-15	東北地方太平洋沖地震	15889
東京都	1980/11/20	日本航空 123 便墜落事故	520
	1985/08/12	川治プリンスホテル火災	45
	1987/06/06	特別養護老人ホーム「松寿園」火災	17
	1988/07/23	なだしお事件	30
	2001/09/01	歌舞伎町ビル火災	44
	2011/03/11-15	東北地方太平洋沖地震	15889
愛知県	1972/07/13	昭和 47 年 7 月豪雨による土砂災害	421
	1983/04/19	菅島事故(航空自衛隊輸送機墜落事故)	8
	1994/04/26	中華航空 140 便墜落事故	264
大阪府	1972/05/13	千日デパート火災	118
	1985/08/12	日本航空 123 便墜落事故	520
	1995/01/17	1995 年兵庫県南部地震	6434
福岡県	1982/02/09	日本航空 350 便墜落事故	24
	1984/01/18	三井有明鉱火災事故	83

表 4-1. 外因死に占める自殺の割合 (%)

	北海道	宮城県	東京都	愛知県	大阪府	福岡県
ICD-8^a						
0-14 歳	2.0	1.3	2.0	1.3	1.6	1.2
15-64 歳	36.3	33.7	52.2	45.2	48.9	39.7
65+	38.0	34.2	41.1	39.7	39.5	29.4
ICD-9^b						
0-14 歳	2.1	1.8	4.5	2.8	3.2	2.5
15-64 歳	43.2	44.9	53.8	45.2	49.2	46.7
65+	35.3	32.3	33.1	32.0	33.0	27.8
ICD-10^c						
0-14 歳	6.6	2.0	8.7	6.6	5.7	5.4
15-64 歳	55.8	44.1	67.0	57.2	60.6	59.5
65+	25.5	13.6	23.4	20.1	23.8	18.9
ICD8,9,10						
0-14 歳	2.8	1.7	4.2	2.9	3.0	2.5
15-64 歳	47.4	42.9	59.6	50.7	54.4	51.2
65+	29.5	18.5	27.5	25.0	27.7	22.1

Note:太字は 50%以上の値

^aICD-8: 1972 年-1978 年の国際疾病分類

^bICD-9:1979 年-1994 年の国際疾病分類

^cICD-10:1995 年-2012 年の国際疾病分類

表 4-2. 外因死に占める自然の過度の高温への曝露による死亡の割合 (%)

	北海道	宮城県	東京都	愛知県	大阪府	福岡県
ICD-8^a						
0-14 歳	0.00	0.00	0.11	0.12	0.22	0.05
15-64 歳	0.05	0.06	0.08	0.08	0.11	0.10
65+	0.26	0.28	0.10	0.06	0.12	0.19
ICD-9^b						
0-14 歳	0.00	0.10	0.20	0.46	0.21	0.09
15-64 歳	0.00	0.13	0.09	0.16	0.12	0.13
65+	0.14	0.28	0.25	0.41	0.24	0.17
ICD-10^c						
0-14 歳	0.00	0.44	0.37	0.74	0.73	0.49
15-64 歳	0.11	0.14	0.45	0.28	0.54	0.28
65+	0.31	0.60	1.55	0.87	1.20	0.45
ICD8,9,10						
0-14 歳	0.22	0.18	0.19	0.37	0.31	0.15
15-64 歳	0.01	0.13	0.25	0.20	0.31	0.19
65+	0.26	0.52	1.08	0.68	0.85	0.36

^aICD-8: 1972 年-1978 年の国際疾病分類

^bICD-9:1979 年-1994 年の国際疾病分類

^cICD-10:1995 年-2012 年の国際疾病分類

表 5. 対象地域の特徴

	北海道	宮城県	東京都	愛知県	大阪府	福岡県
緯度（北緯） ^a	43 度 4 分	38 度 16 分	35 度 41 分	35 度 10 分	34 度 41 分	33 度 35 分
人口（万人） ^b	546	233	1323	743	886	509
人口の割合(%)						
0～14 歳	11.7	13.0	11.3	14.2	13.0	13.5
15～64 歳	62.2	64.1	67.5	64.4	63.3	63.2
65 歳以上	26.0	22.9	21.3	21.4	23.7	23.3
外因の日別平均死亡数 ^c						
0～14 歳（人）	0.41	0.14	0.40	0.38	0.44	0.30
15～64 歳	5.10	1.78	7.86	4.62	6.60	4.07
65 歳以上	2.62	1.15	4.41	3.30	3.65	2.74
高温の日別平均死亡数 ^d						
0～14 歳（人）	0.00093	0.00033	0.00080	0.0014	0.0014	0.00046
15～64 歳	0.0040	0.0026	0.020	0.0095	0.020	0.0079
65 歳以上	0.0068	0.0080	0.047	0.022	0.031	0.010
平均気温（℃）	8.8	12.6	16.2	15.7	16.8	16.8
平均最高気温（℃）	12.8	16.4	20.0	20.5	21.0	20.8
平均最低気温（℃）	5.1	8.8	12.8	11.7	13.2	13.3
気温の範囲（℃）	-19.4, 36.2	-10.1, 37.2	-3.9, 39.5	-6.2 39.8	-5.5 39.1	-5.2 37.7

Note: 気象データは、1972 年～2012 年の日別データを用いて算出した。

^a 各県の県庁所在地

^b 2012 年におけるデータ

^c 外因死

^d 自然の過度の高温への曝露による死亡

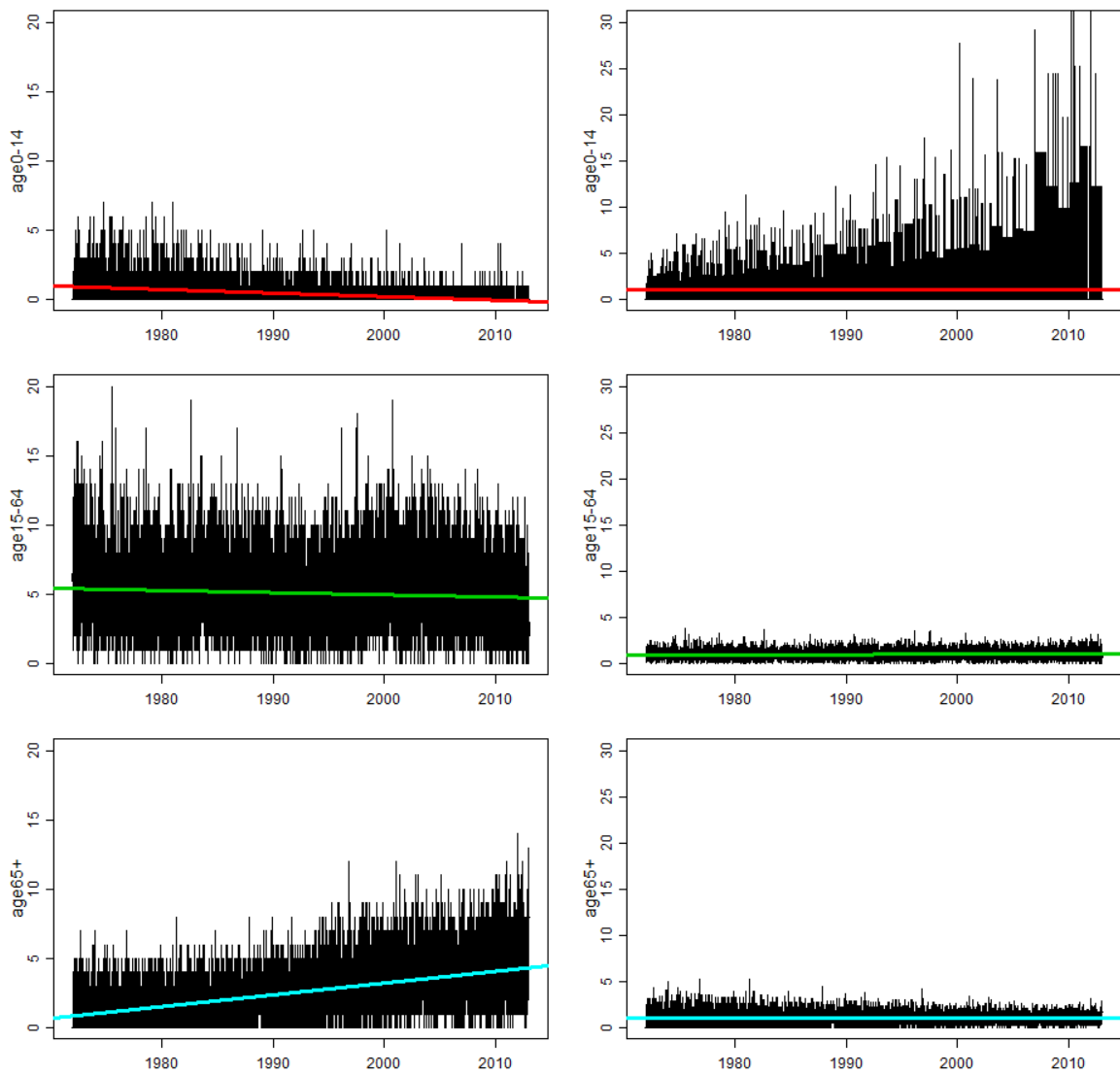


図 2-1. 北海道における外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:外因による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線 (赤・緑・青) は、回帰直線を示す

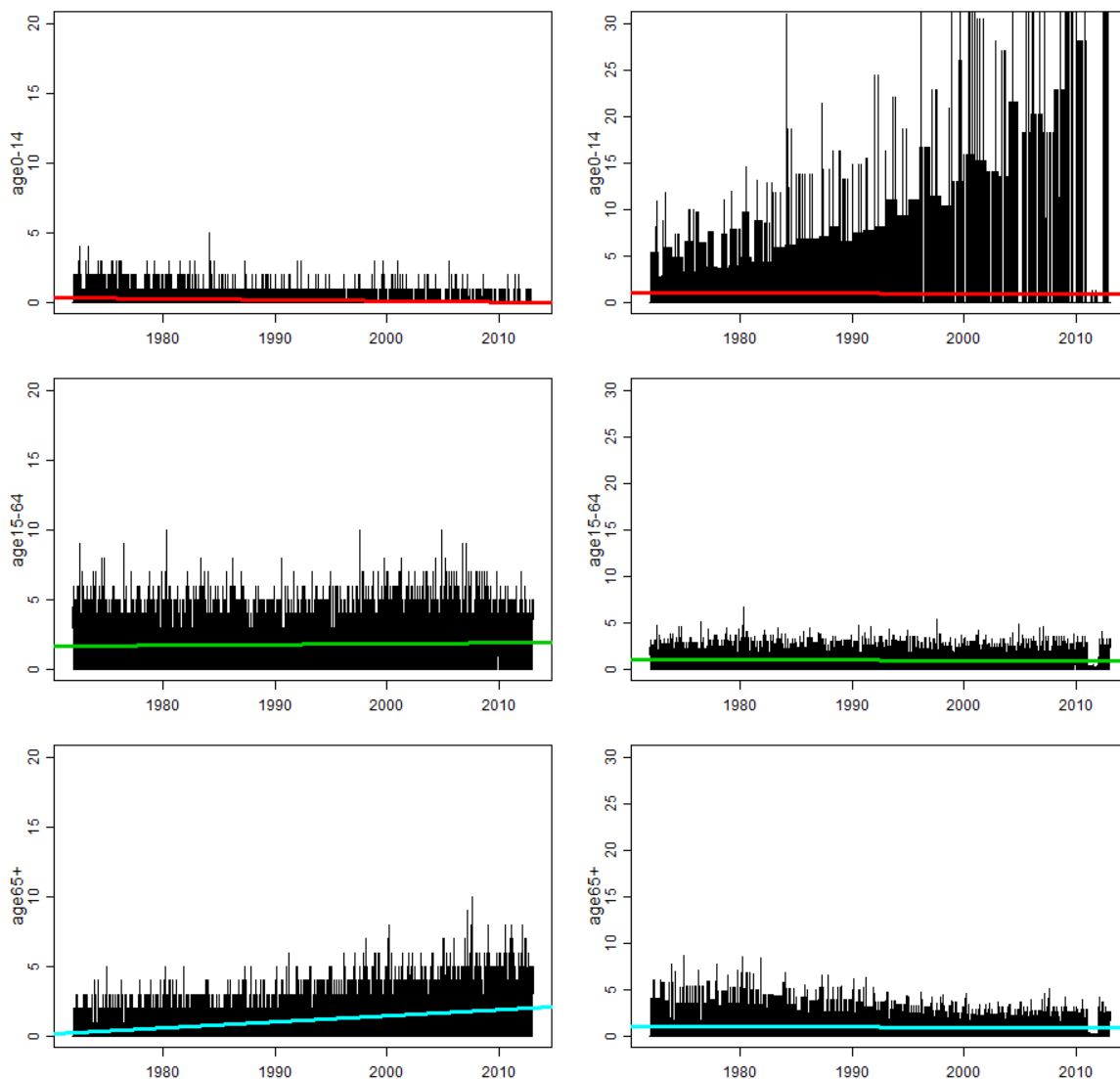


図 2-2. 宮城県における外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:外因による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線 (赤・緑・青) は、回帰直線を示す

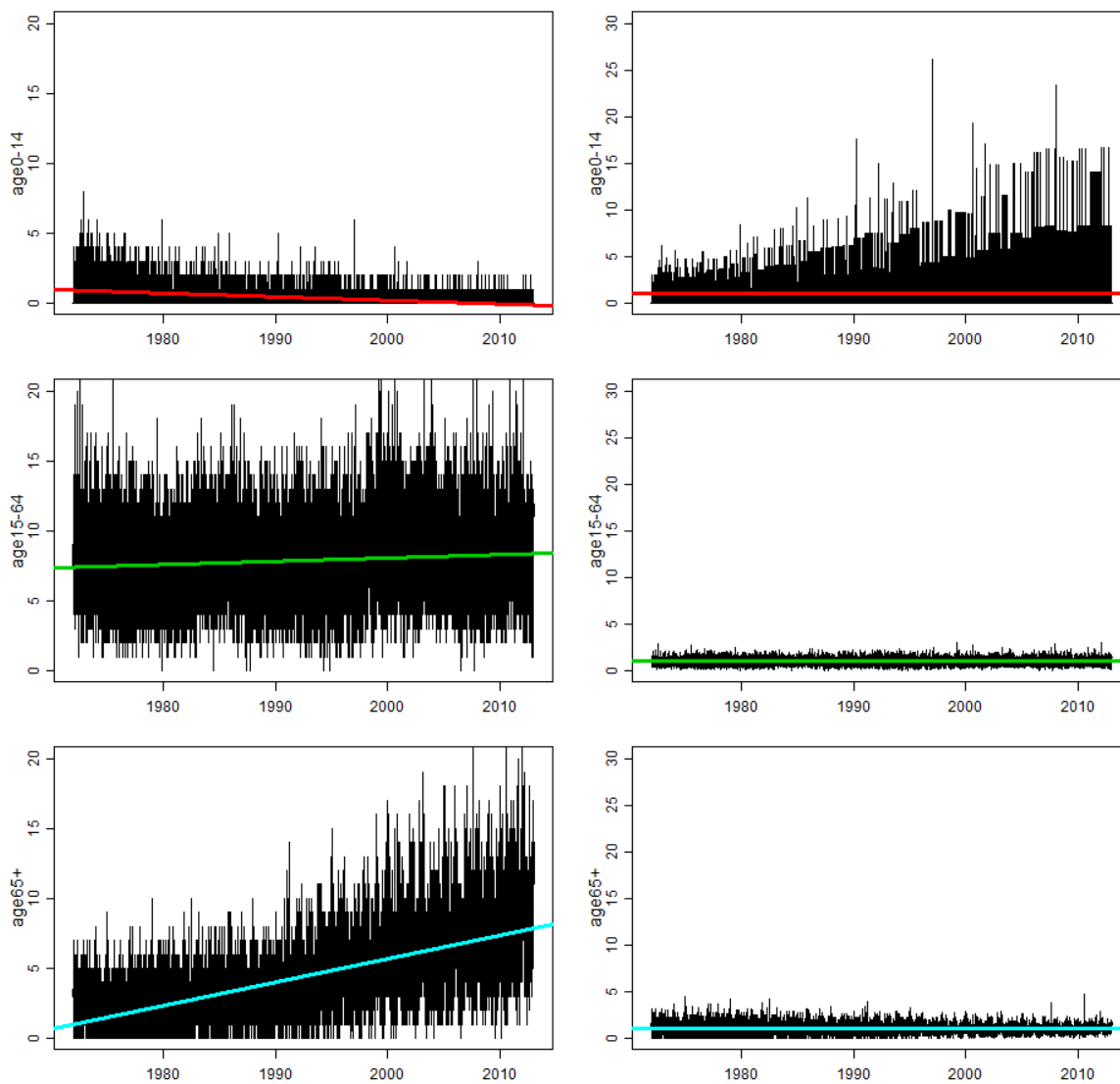


図 2-3. 東京都における外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:外因による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線 (赤・緑・青) は、回帰直線を示す

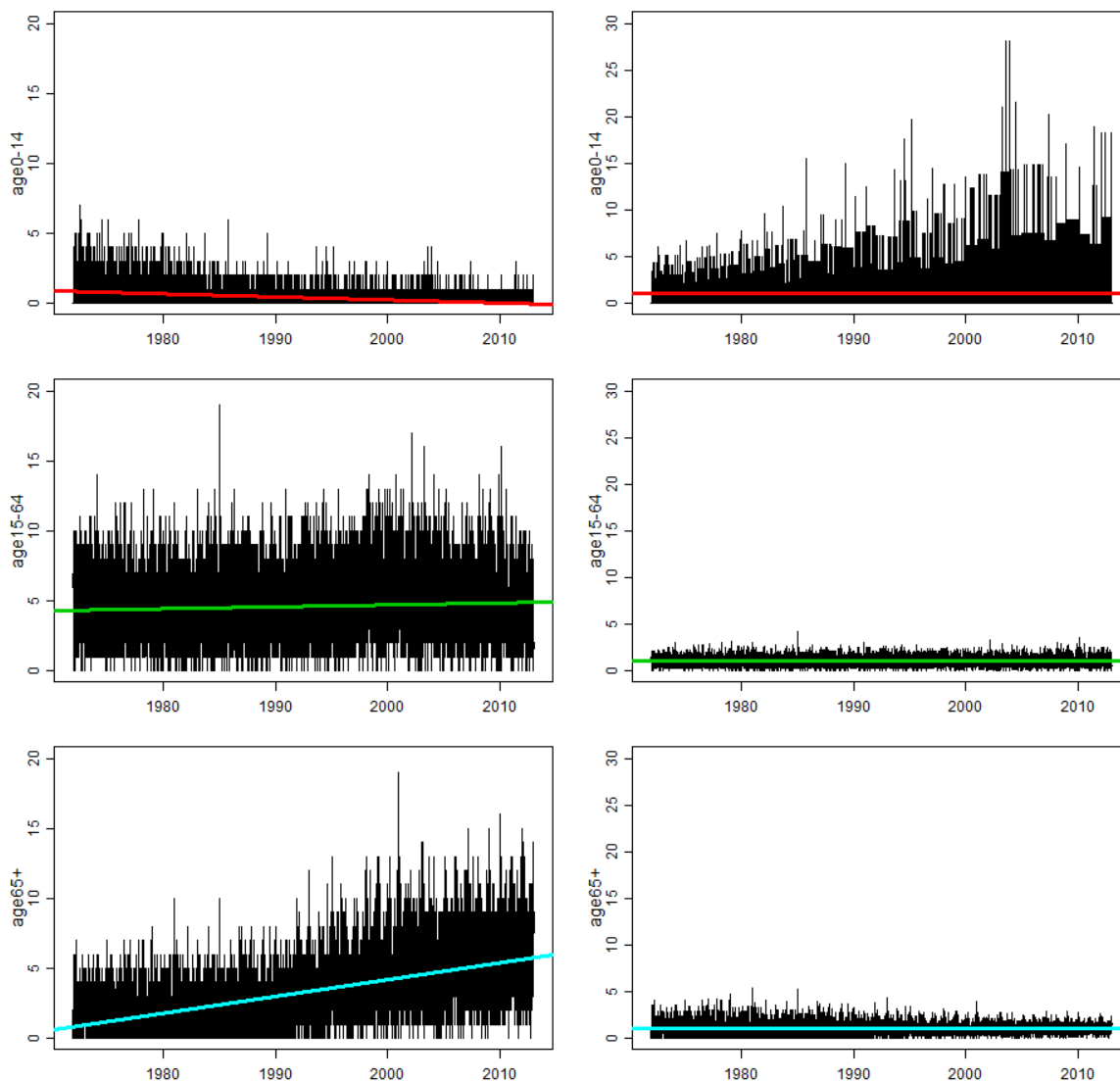


図 2-4. 愛知県における外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸:外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

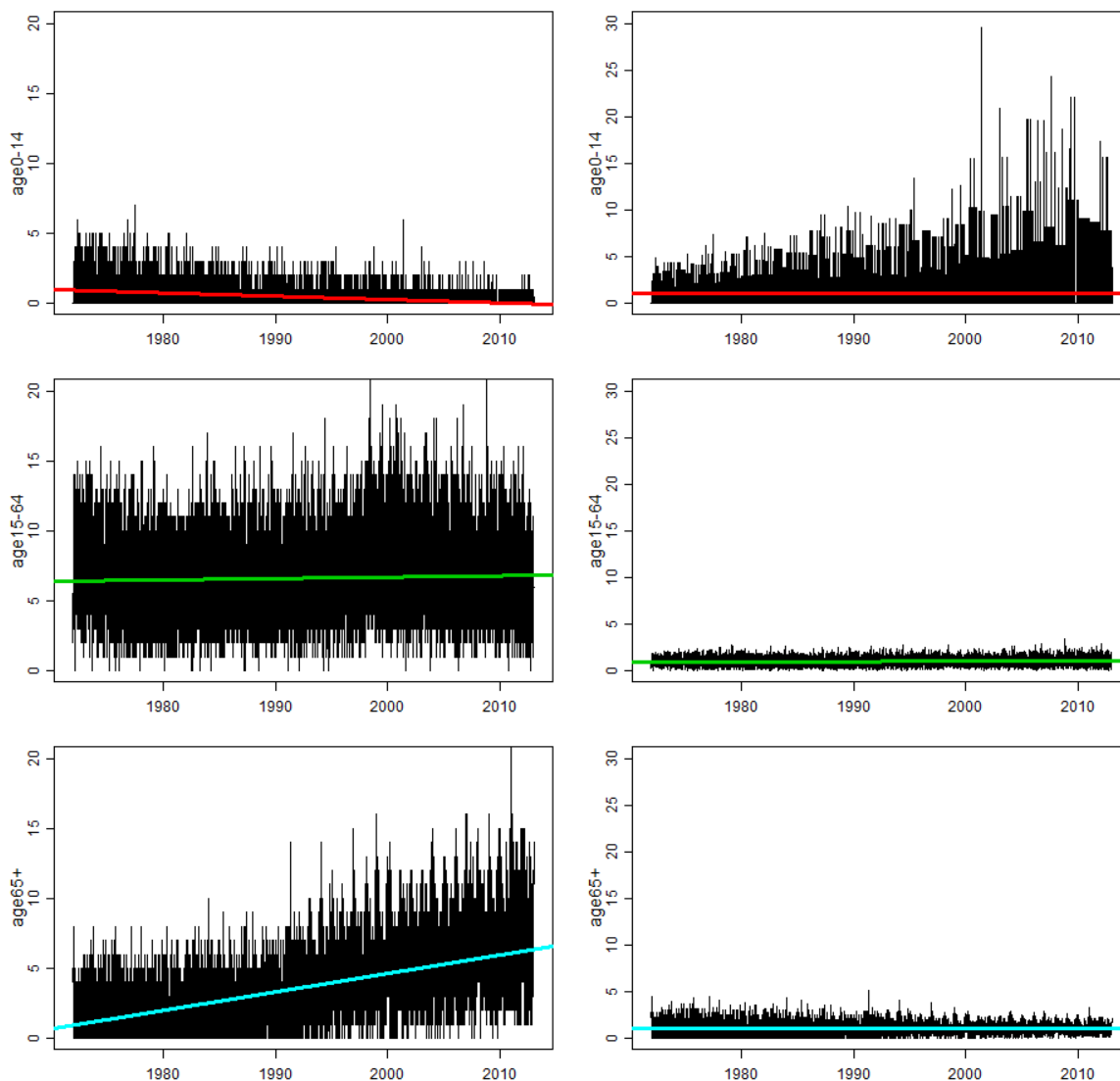


図 2-5. 大阪府における外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸:外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

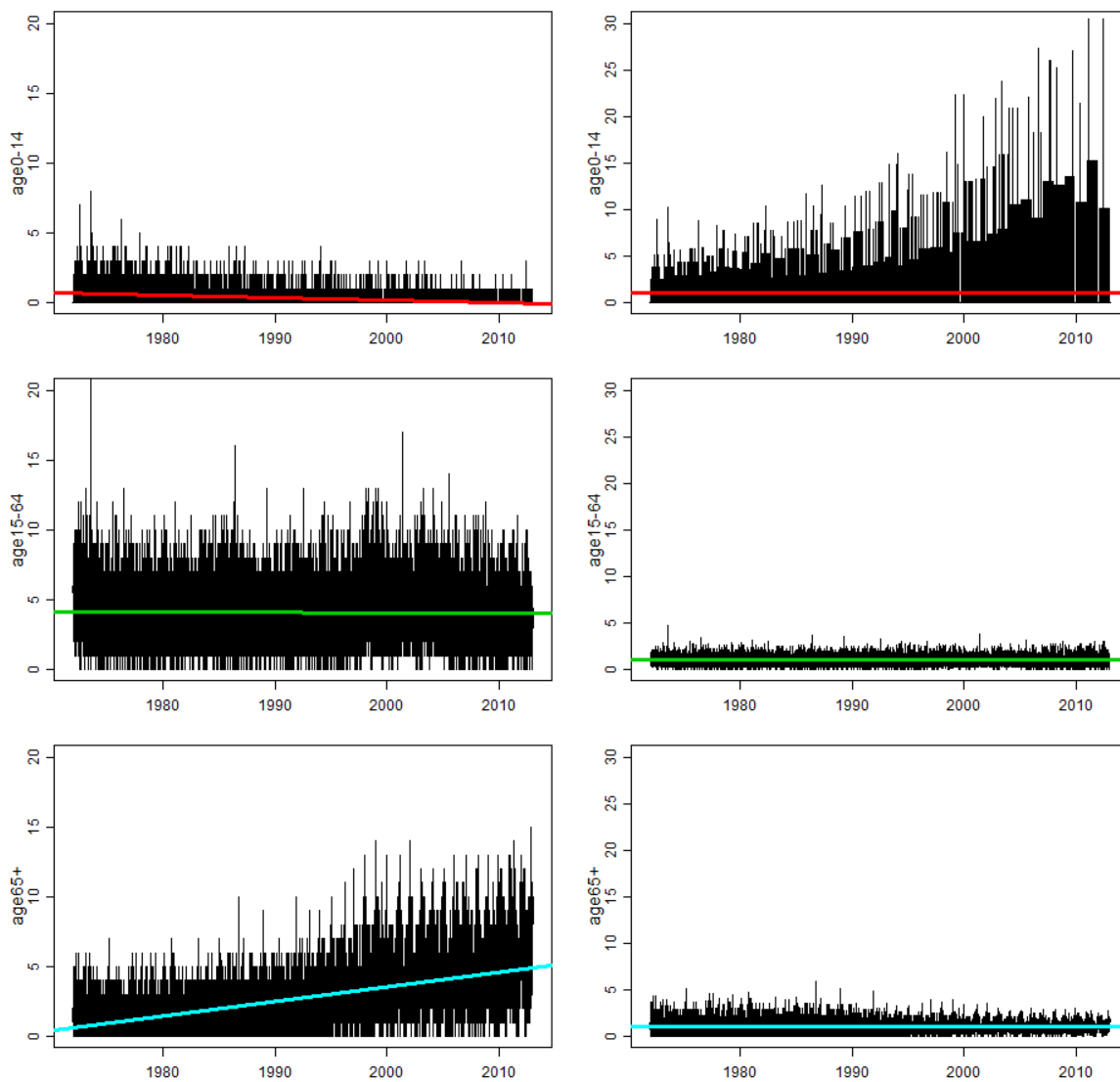


図 2-6. 福岡県における外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:外因による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線 (赤・緑・青) は、回帰直線を示す

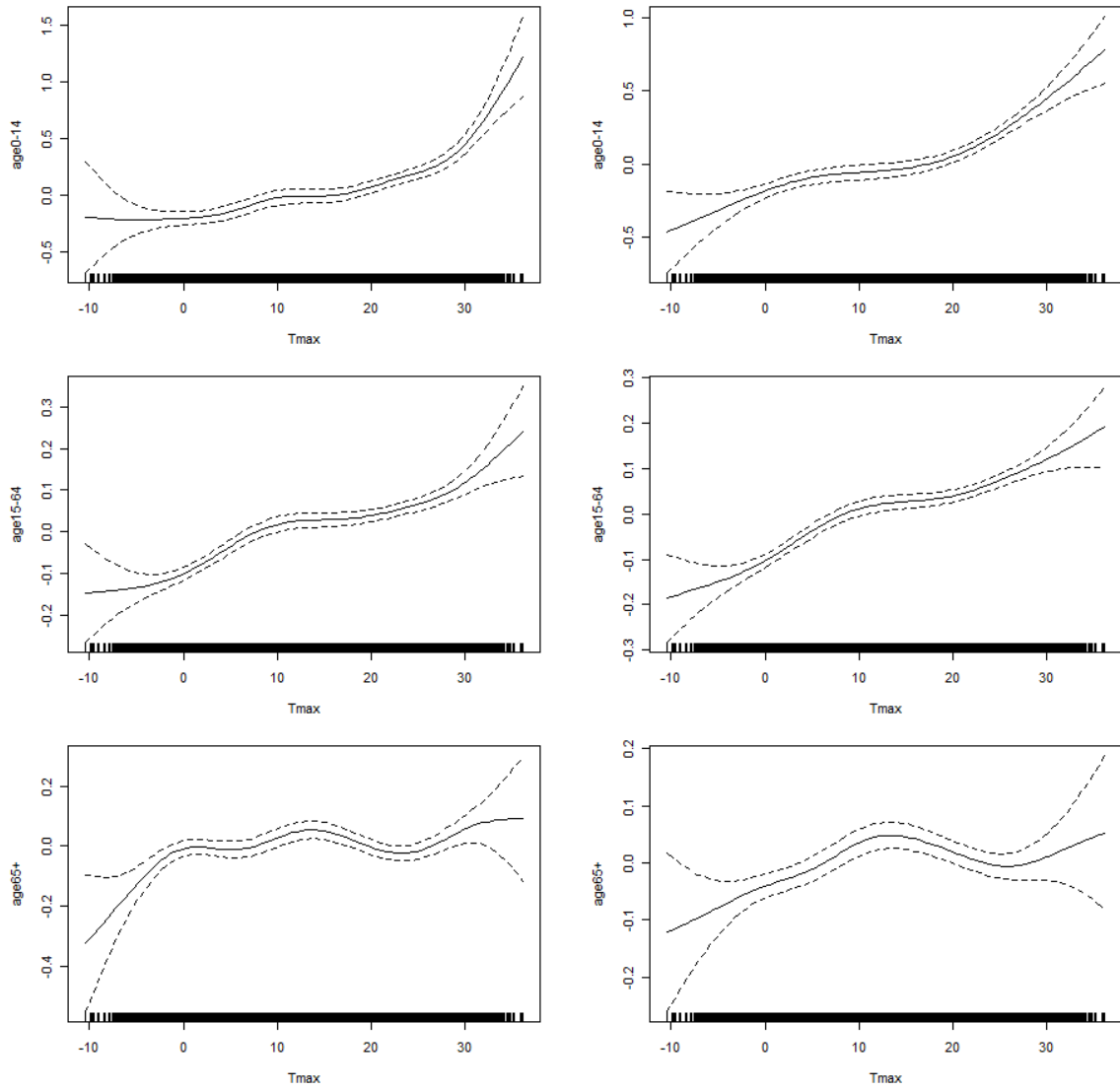


図 3-1. 北海道における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸：外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温（°C）

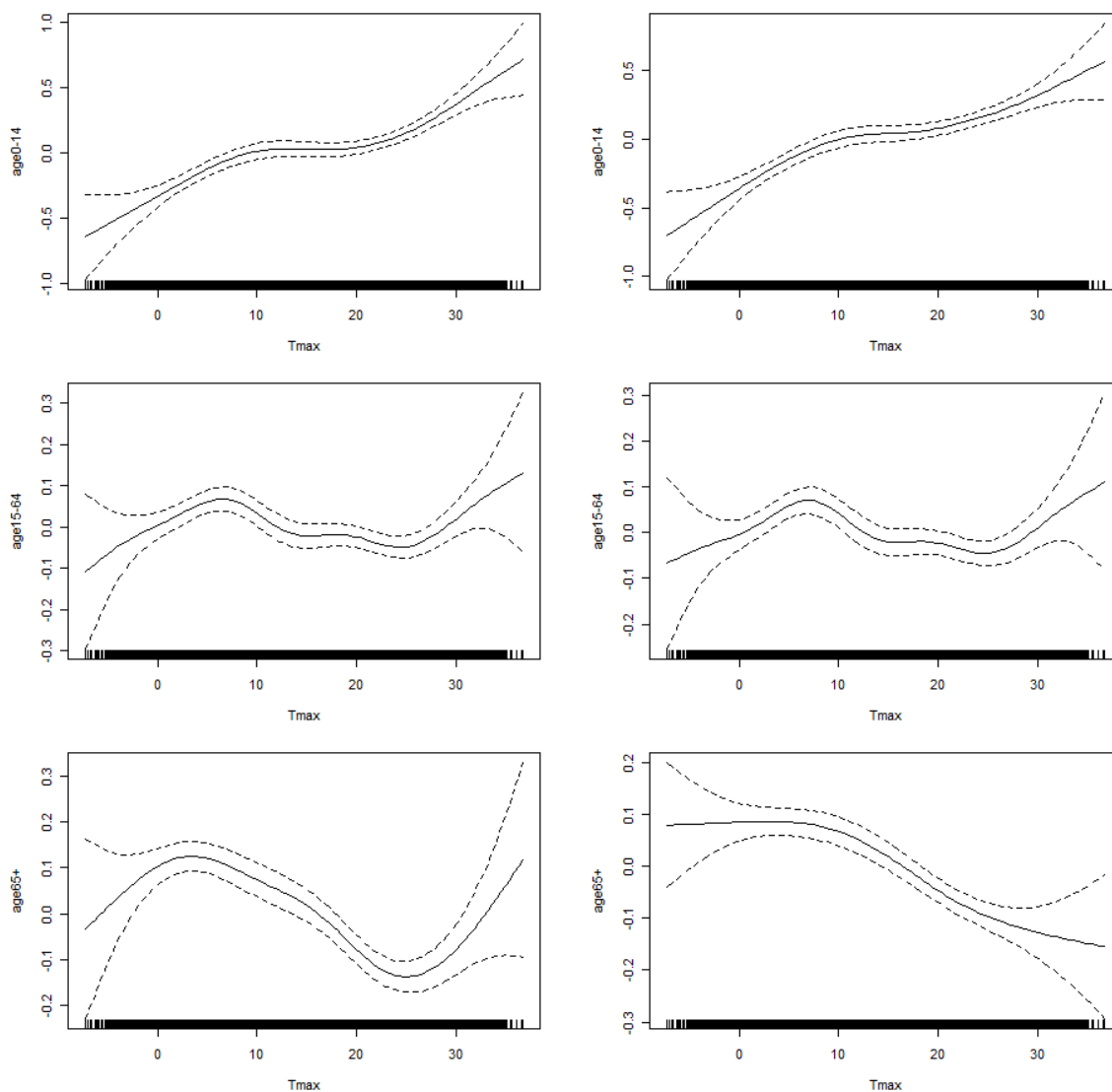


図 3-2. 宮城県における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸：外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

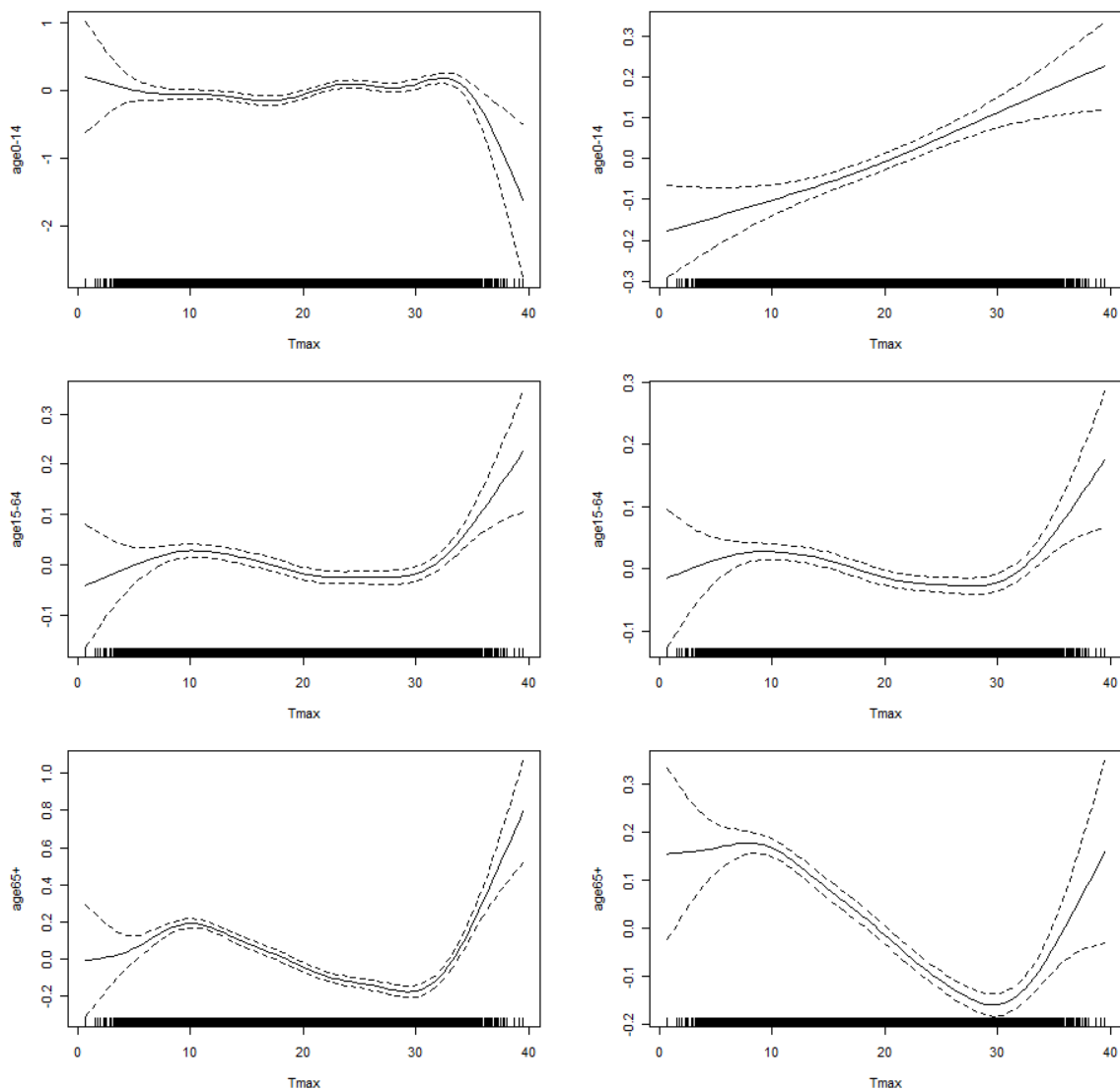


図 3-3. 東京都における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸：外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

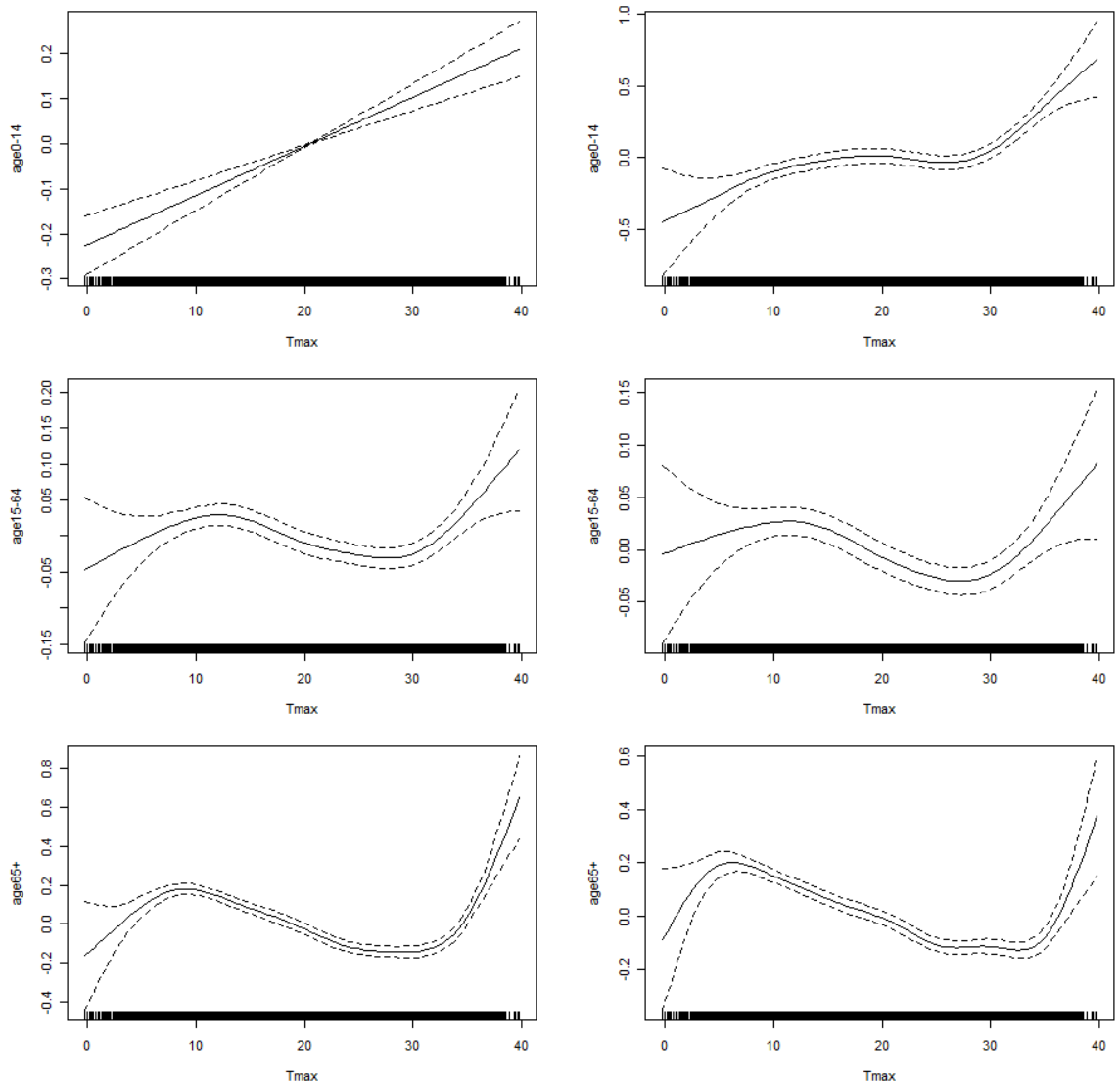


図 3-4. 愛知県における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸：外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温（°C）

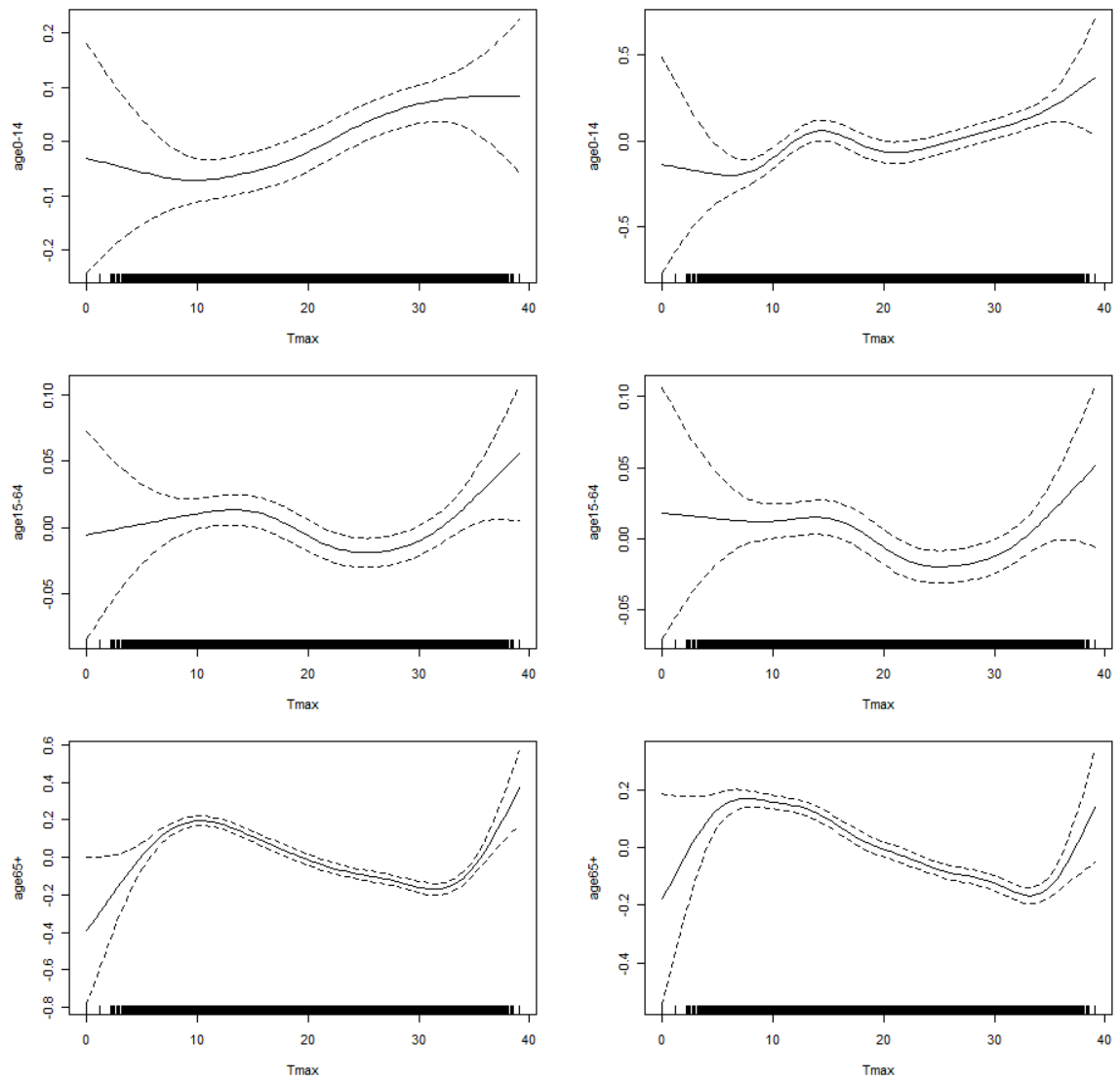


図 3-5. 大阪府における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸：外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

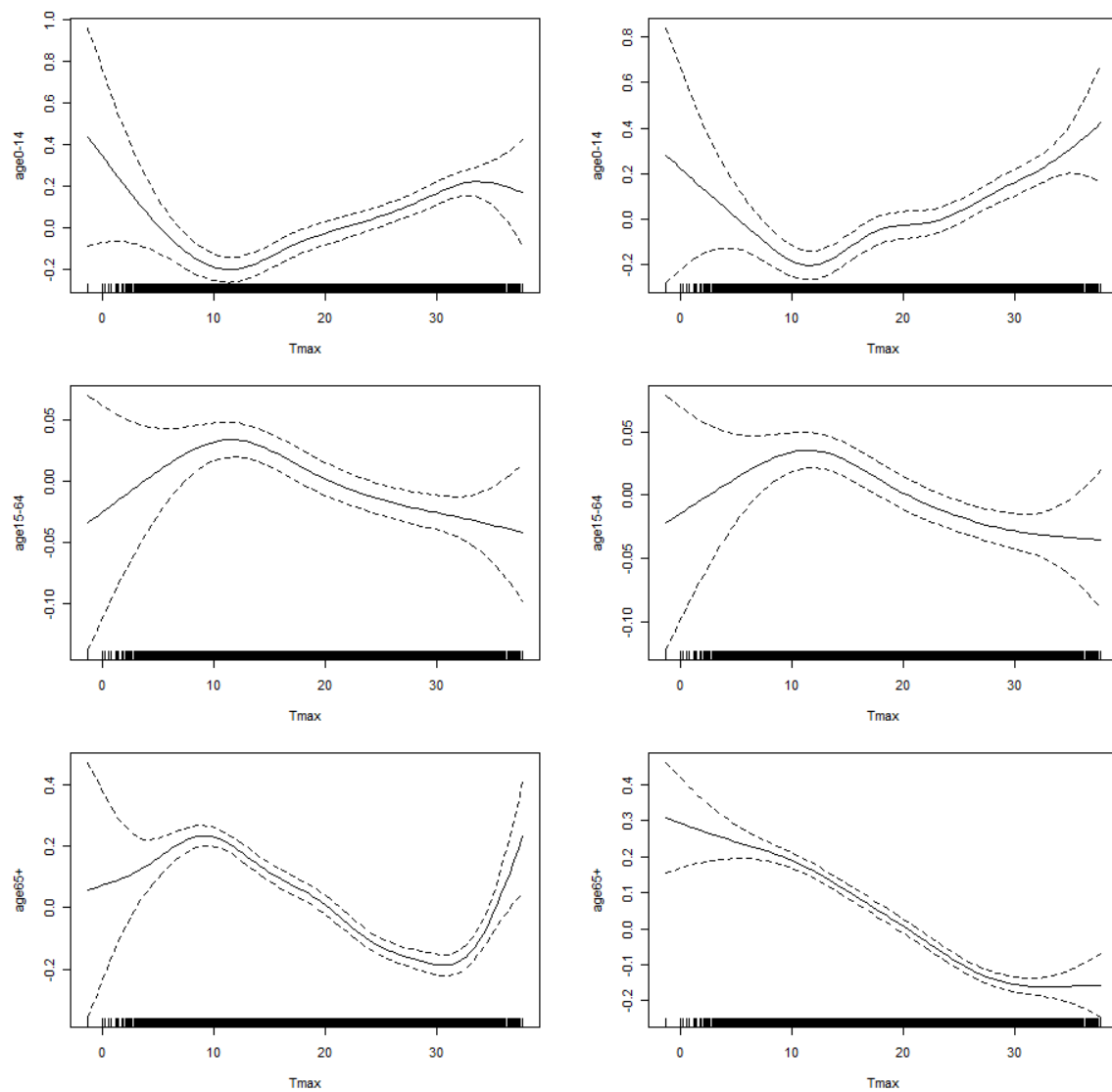


図 3-6. 福岡県における日別外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

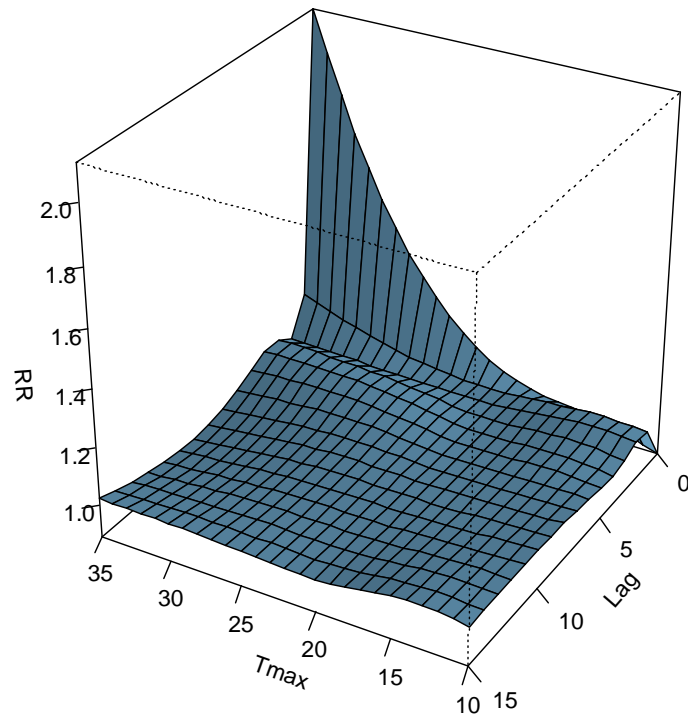
左列：縦軸:外因による日別死亡数（人）

右列：縦軸:外因による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

Hokkaido, age 0-14, controlled for 1

(a)



(b)

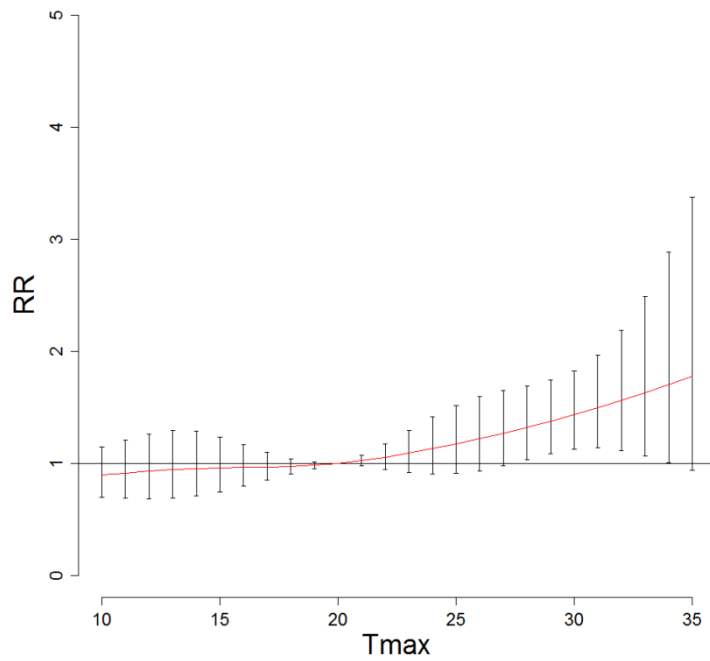


図 4-1. a) 北海道における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)

b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax:日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

(c)

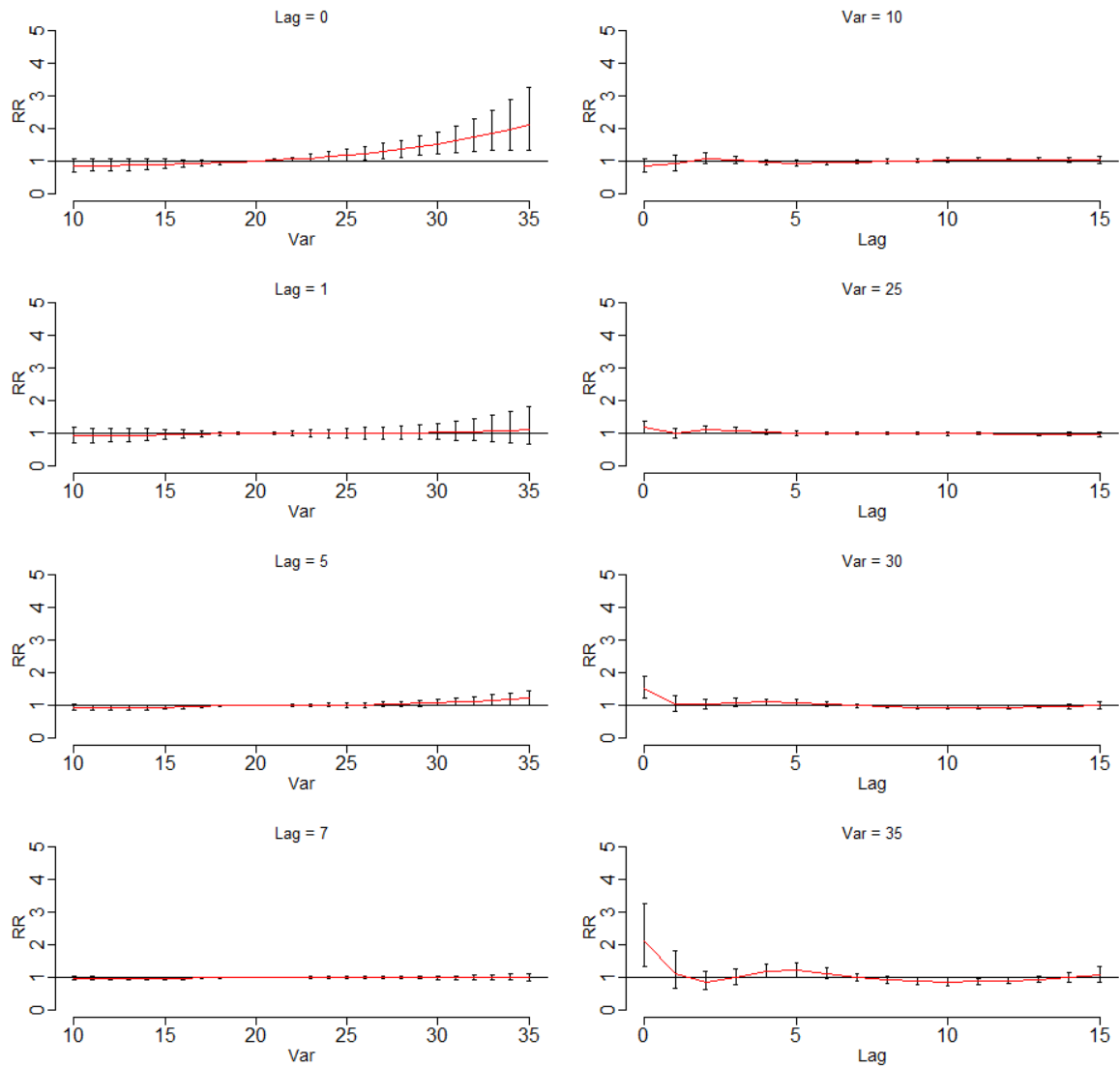


図 4-1. c) 北海道における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

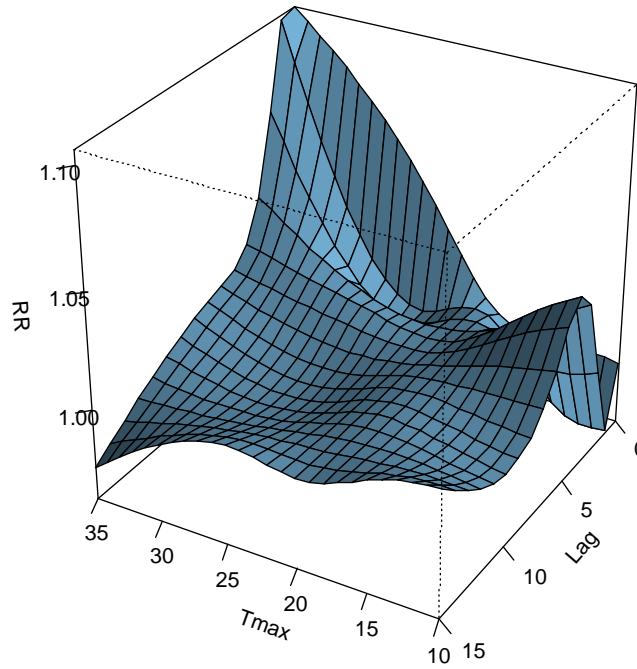
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Hokkaido, age 15-64, controlled for

(a)



(b)

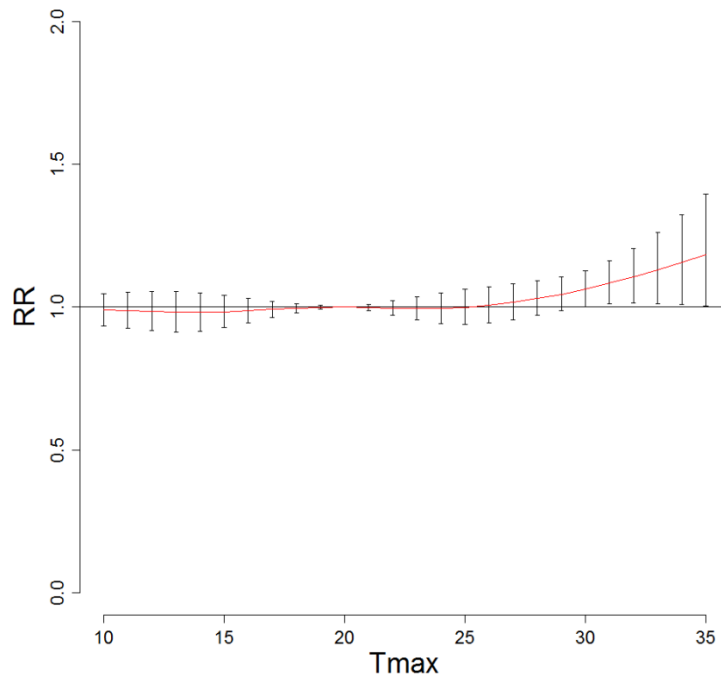


図 4-2. a) 北海道における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)

b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR: 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

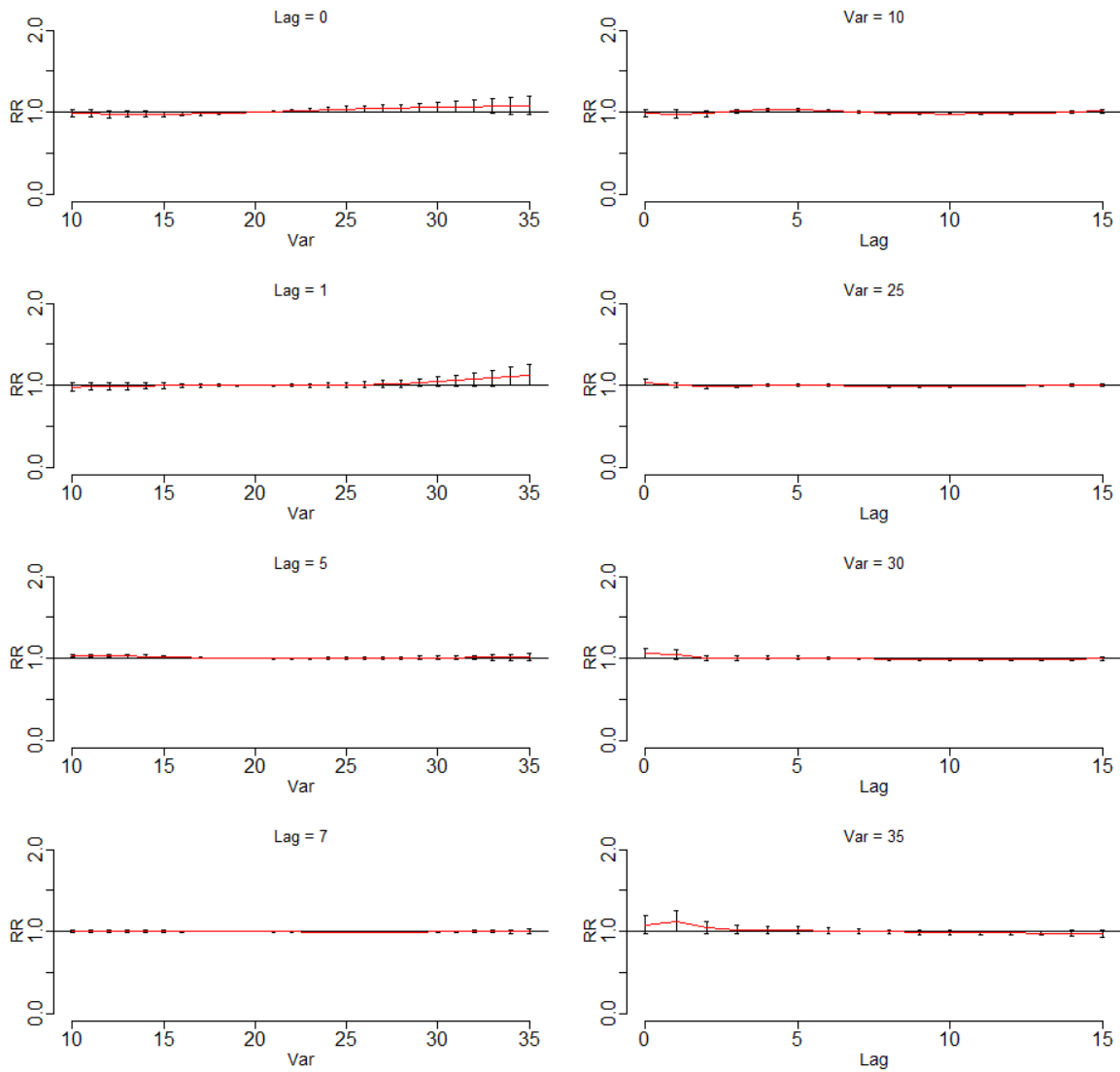


図 4-2. c) 北海道における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

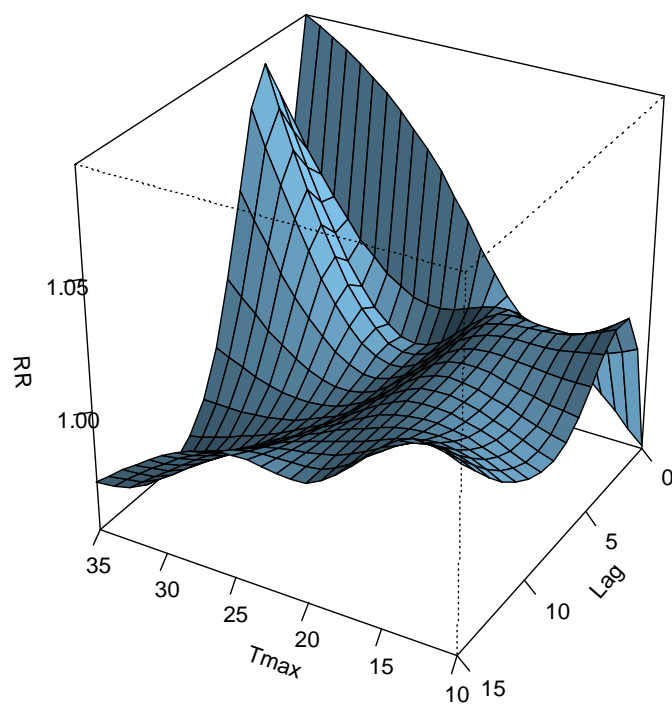
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Hokkaido, age 65+, controlled for y

(a)



(b)

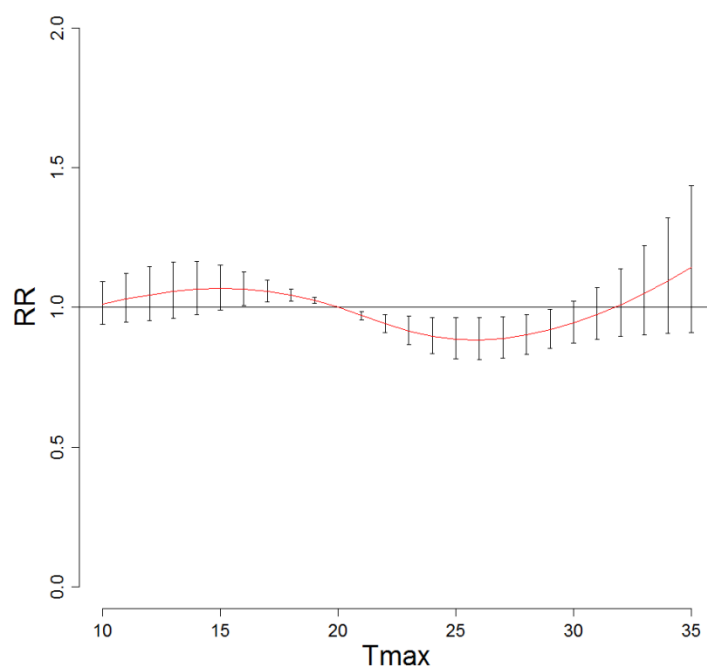


図 4-3. a) 北海道における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)

b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax:日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

(c)

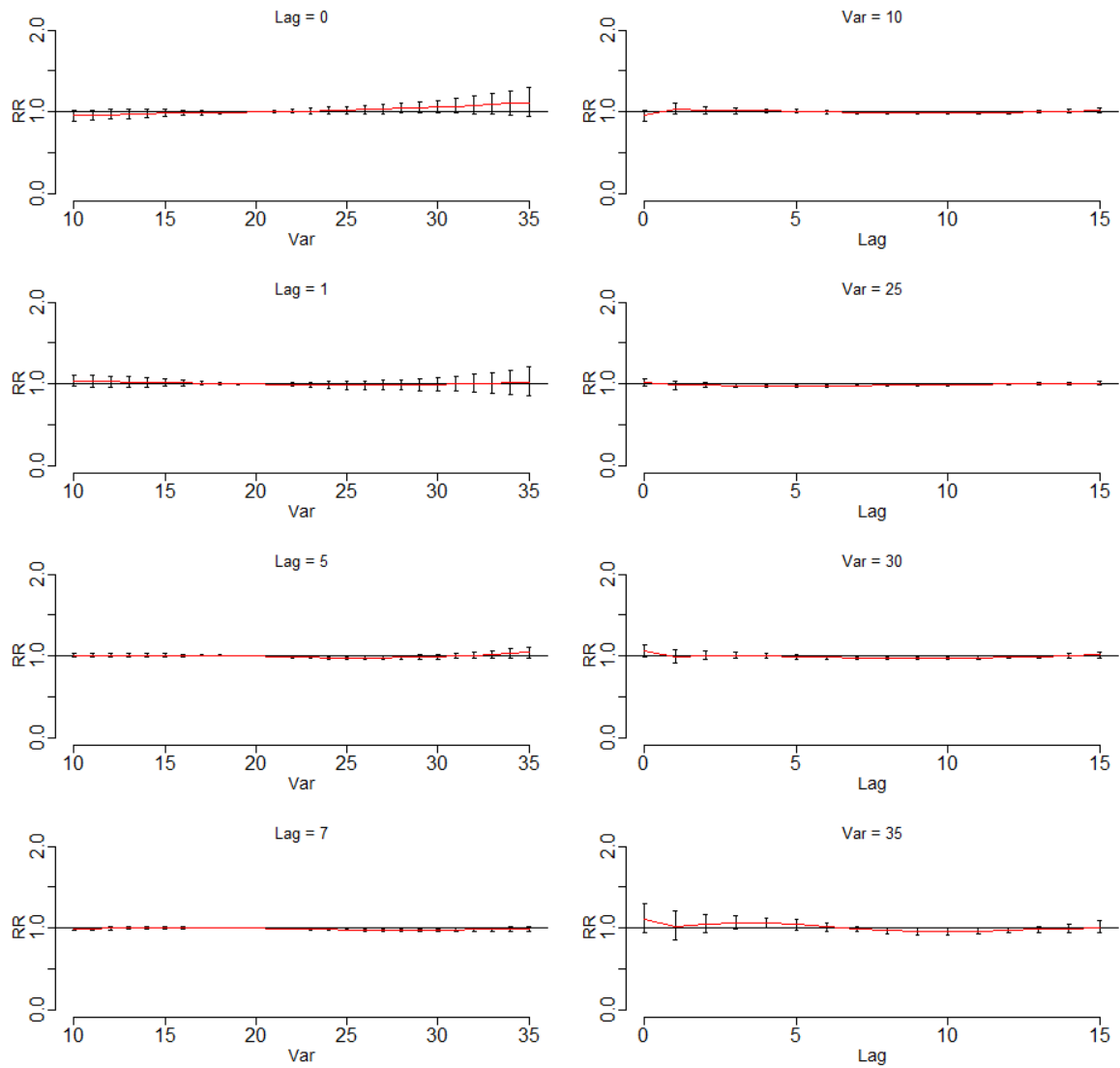


図 4-3. c) 北海道における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

Miyagi, age 0-14, controlled for yea

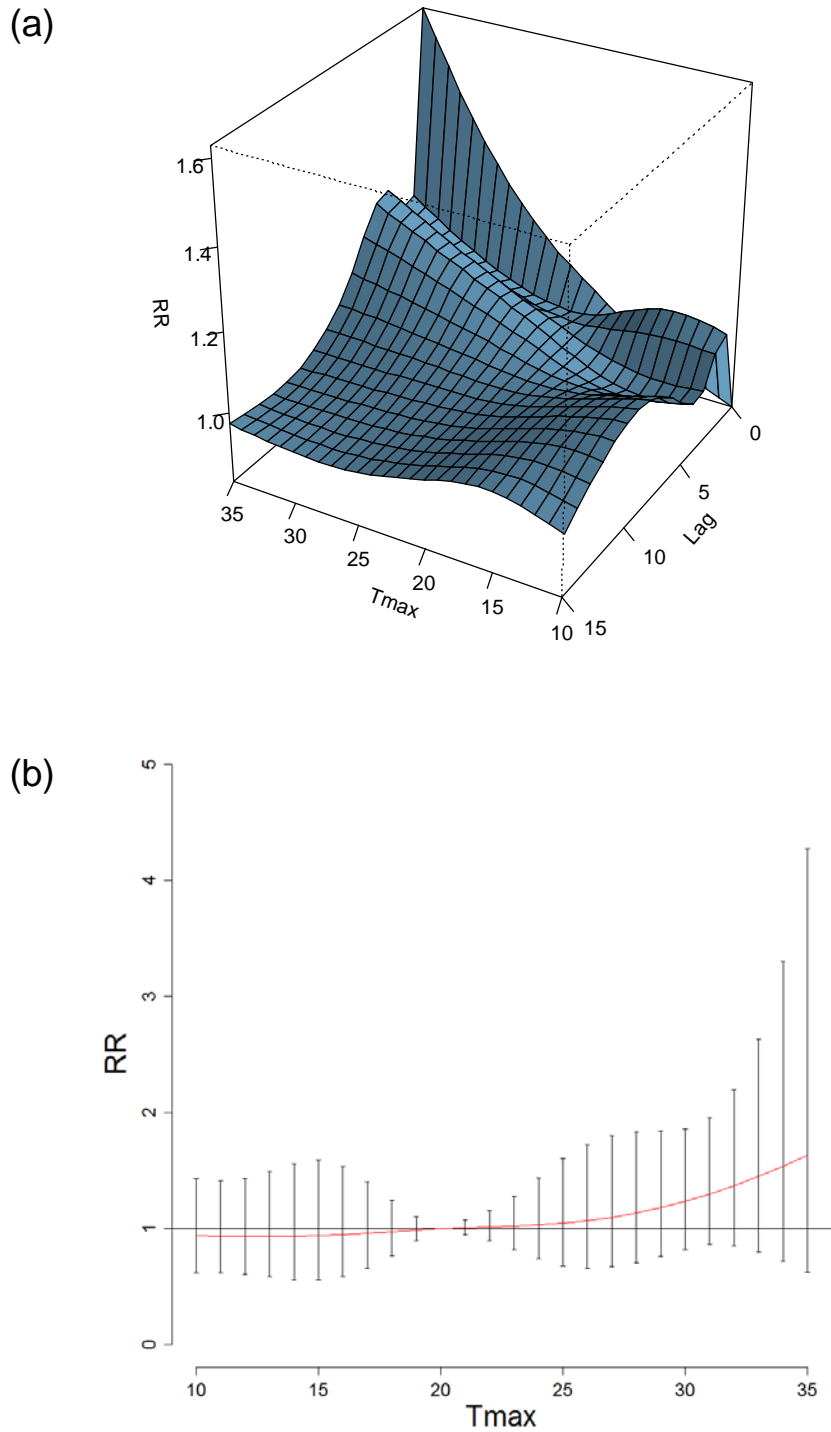


図 4-4. a) 宮城県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

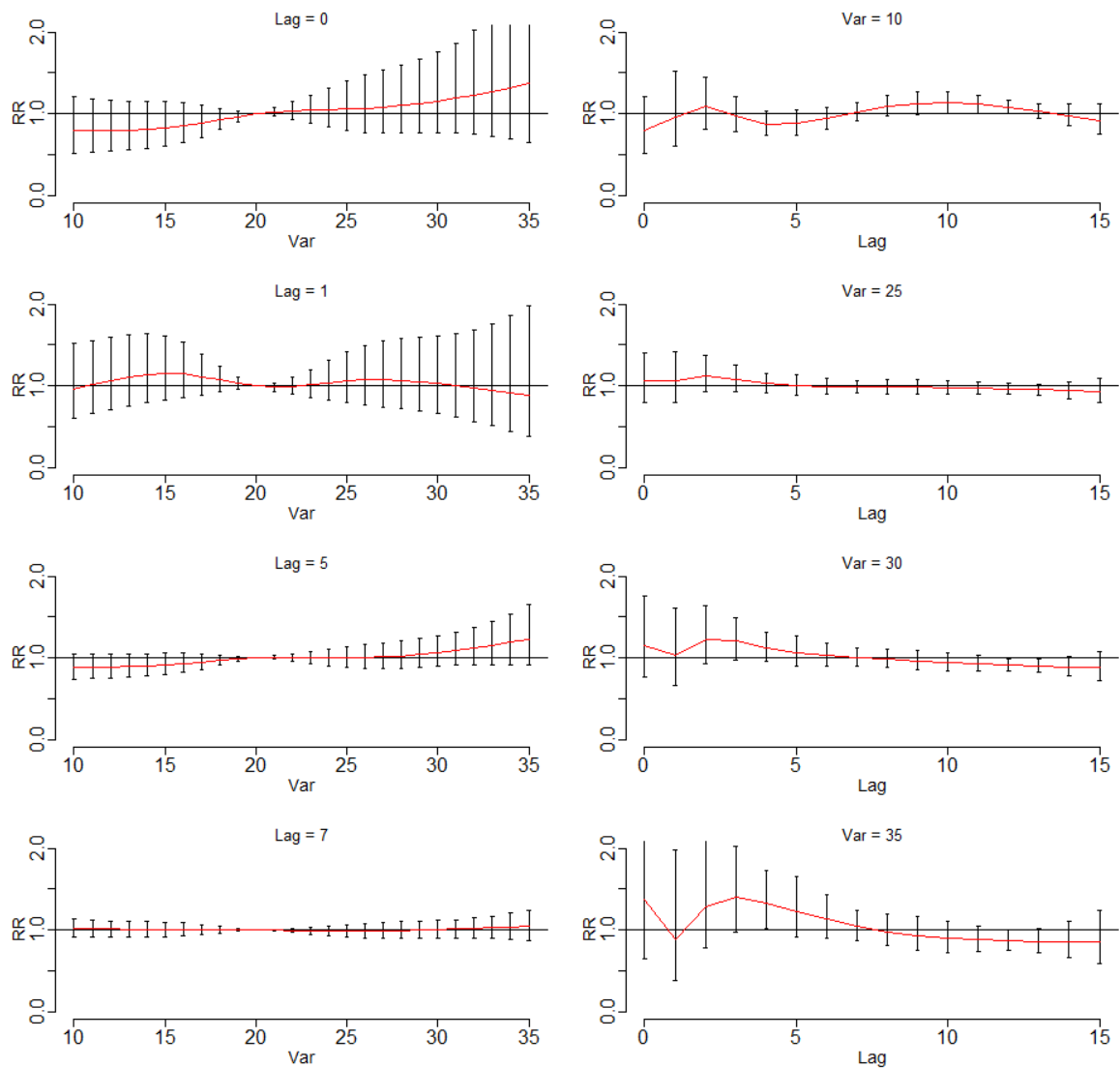


図 4-4. c) 宮城県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

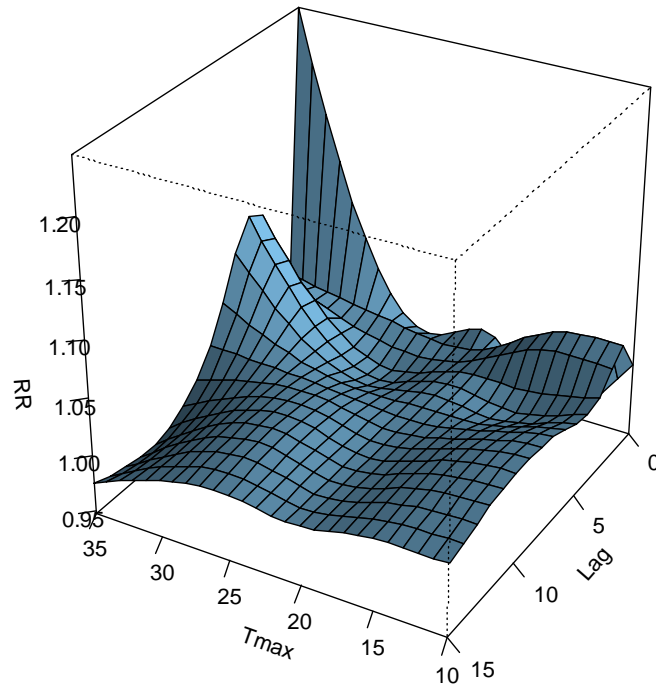
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Miyagi, age 15-64, controlled for ye

(a)



(b)

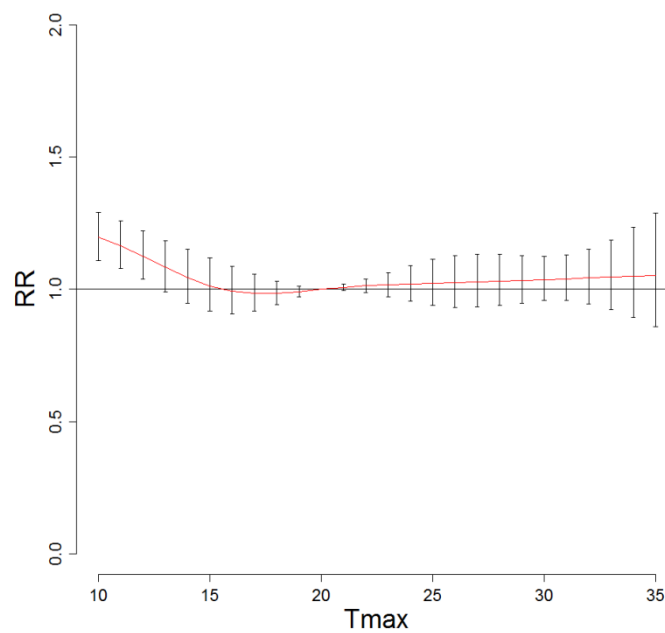


図 4-5. a) 宮城県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)

b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

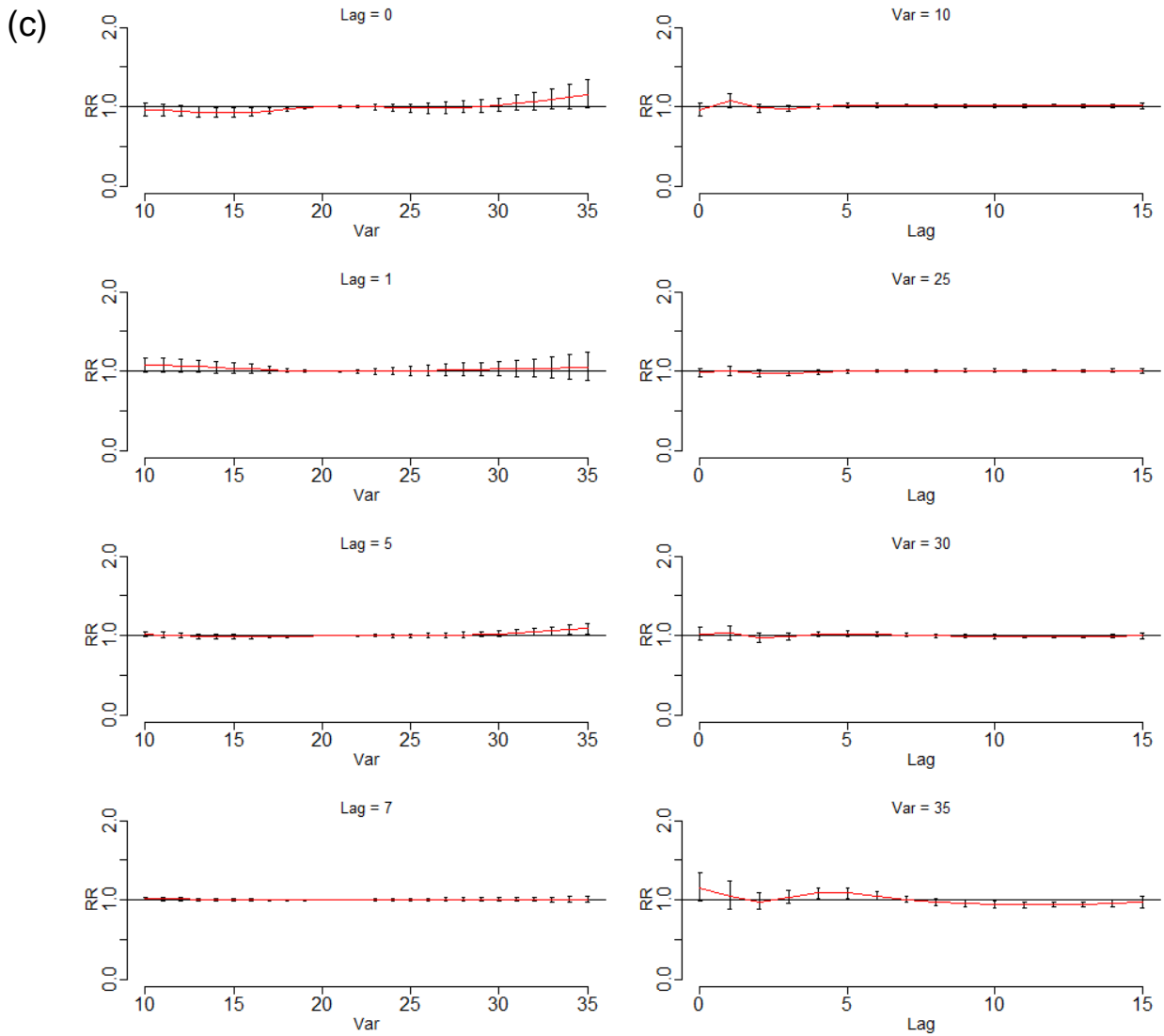


図 4-5. c) 宮城県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

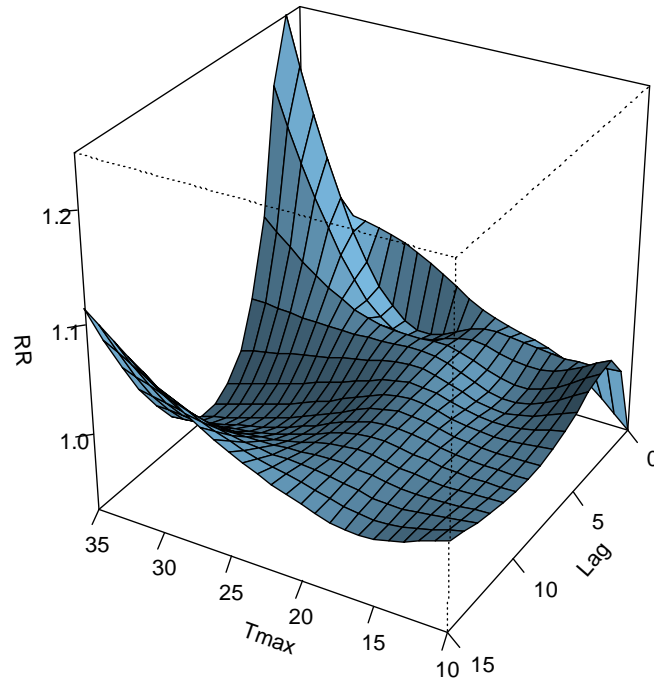
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Miyagi, age 65+, controlled for year

(a)



(b)

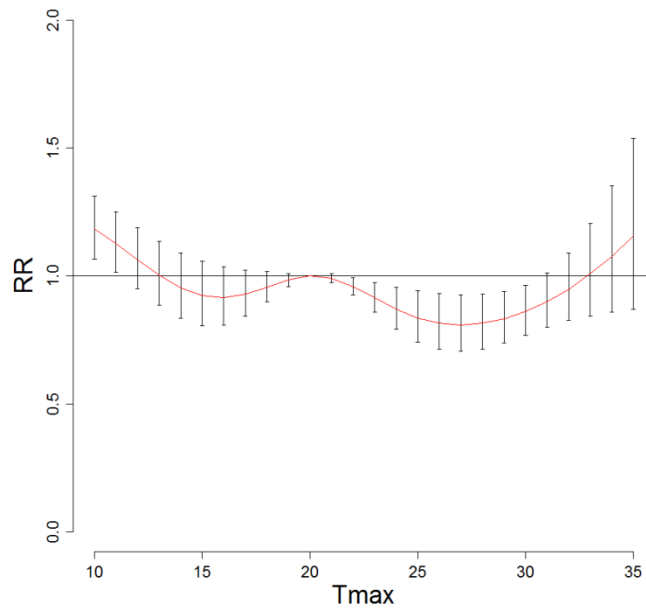


図 4-6. a) 宮城県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
Tmax:日最高気温 (°C)
RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

(c)

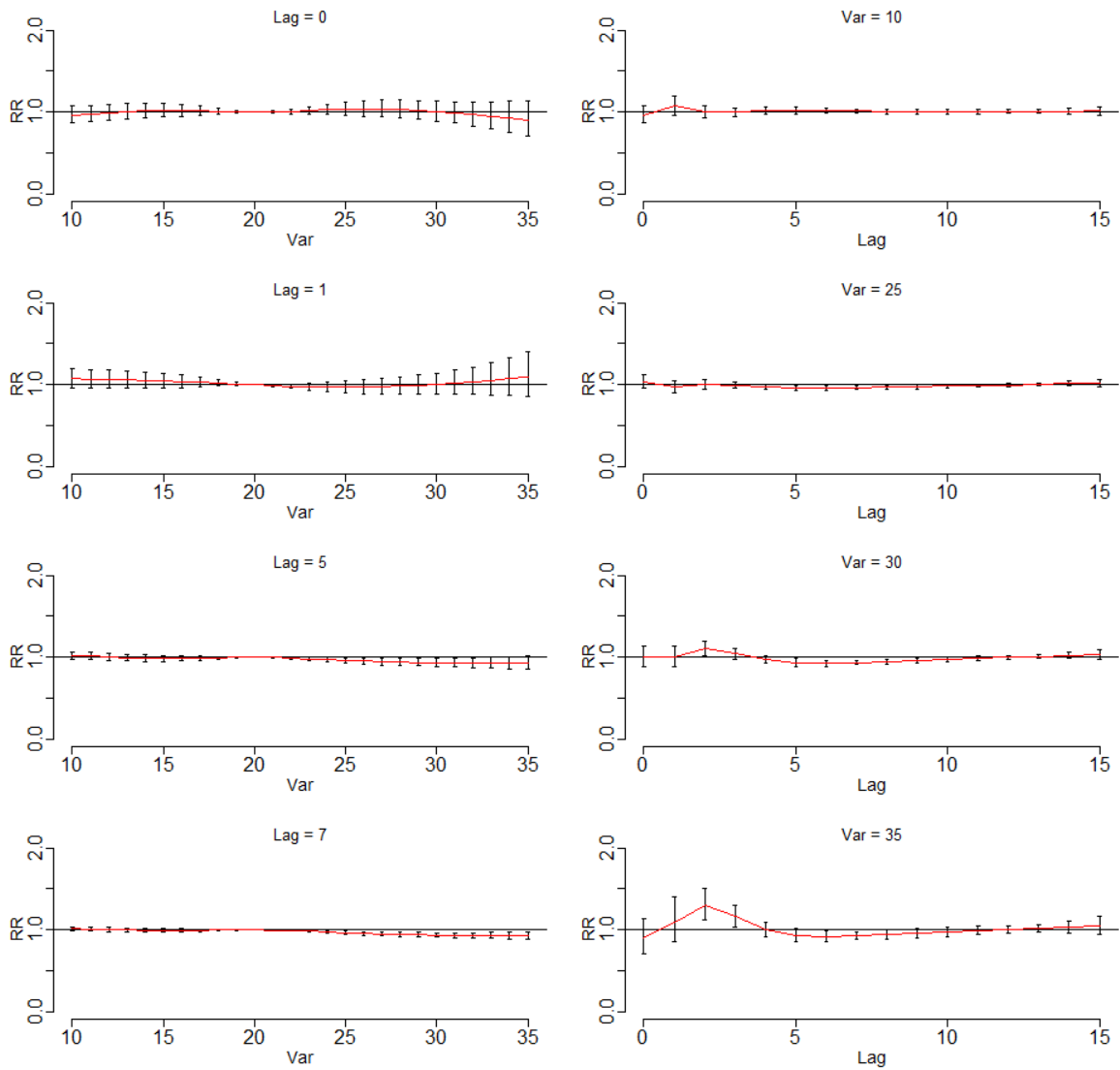


図 4-6. c) 宮城県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

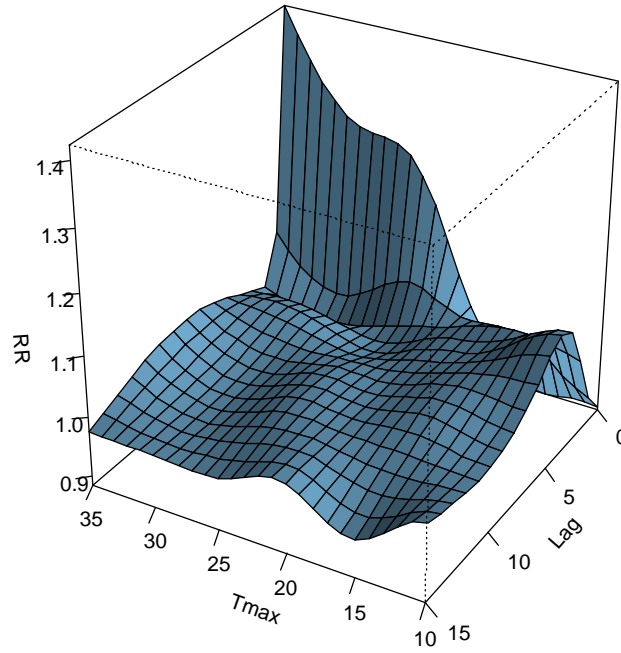
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Tokyo, age 0-14, controlled for yea

(a)



(b)

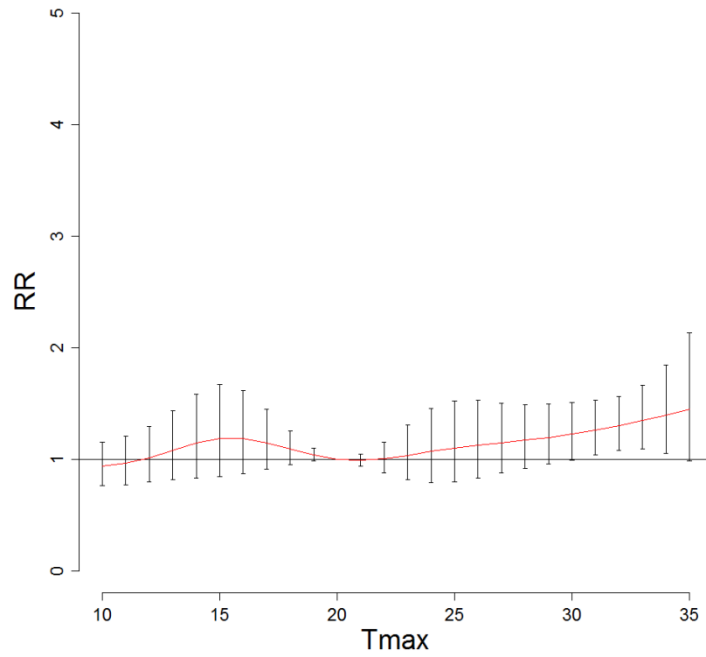


図 4-7. a) 東京都における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax:日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

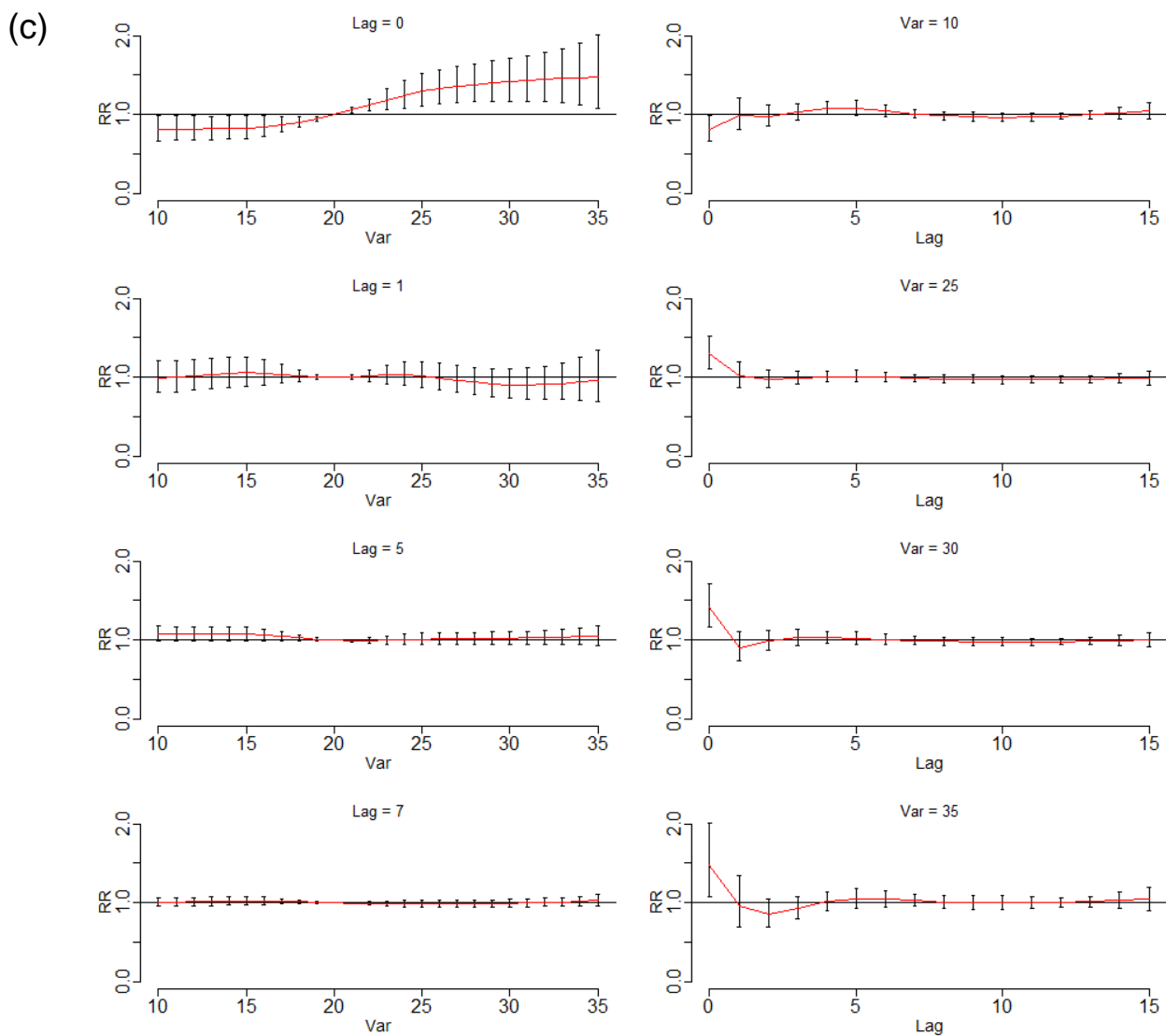


図 4-7. c) 東京都における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

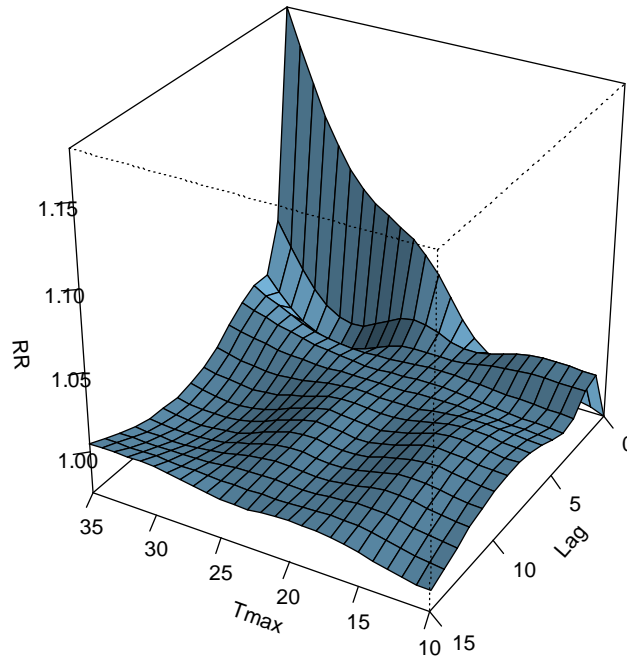
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Tokyo, age 15-64, controlled for ye

(a)



(b)

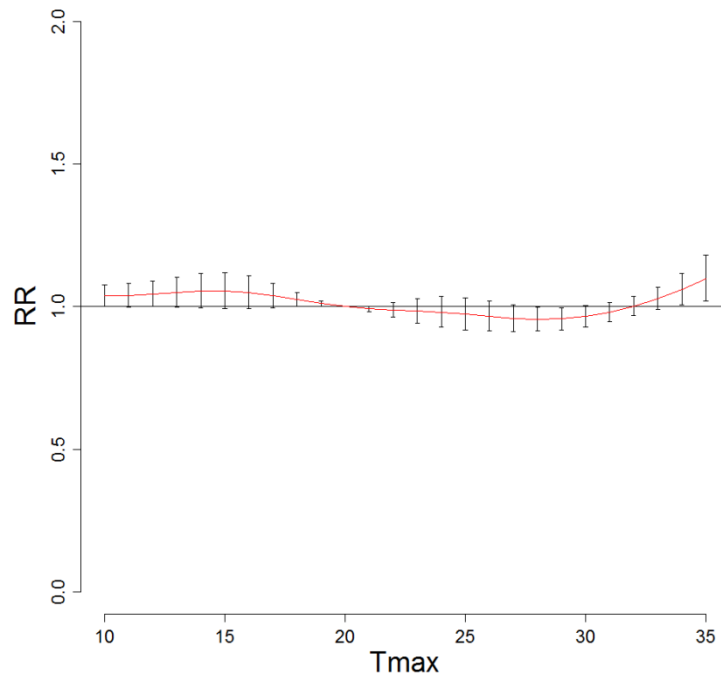


図 4-8. a) 東京都における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)

b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

(c)

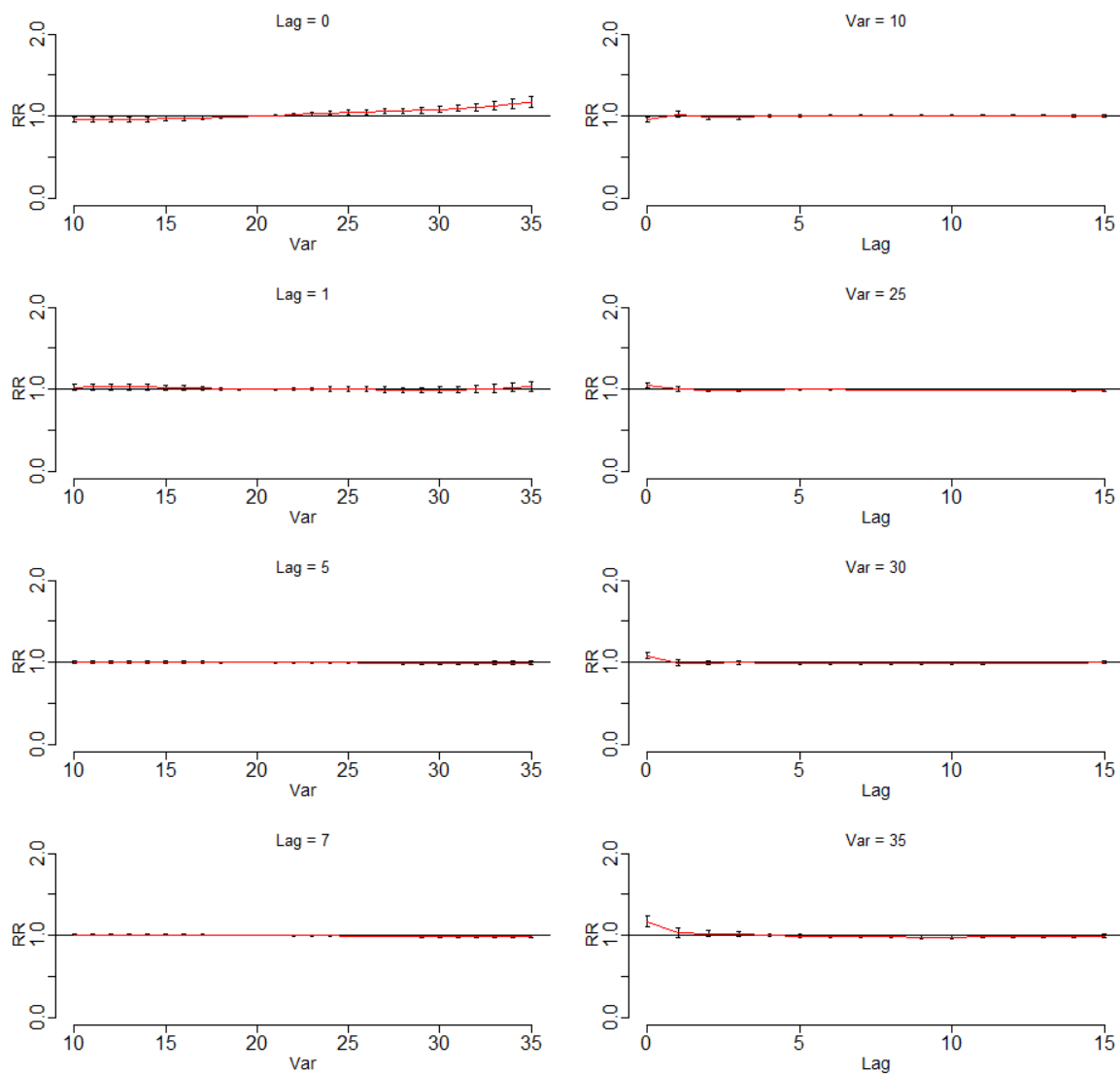


図 4-8. c) 東京都における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

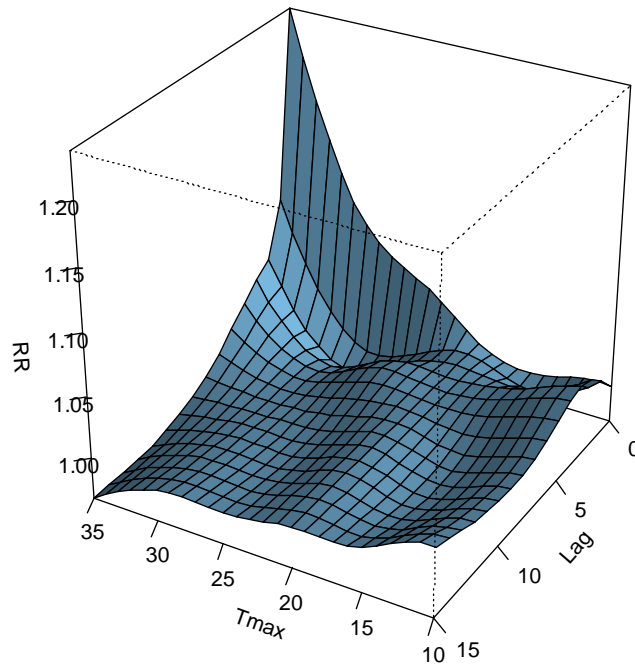
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Tokyo, age 65+, controlled for year

(a)



(b)

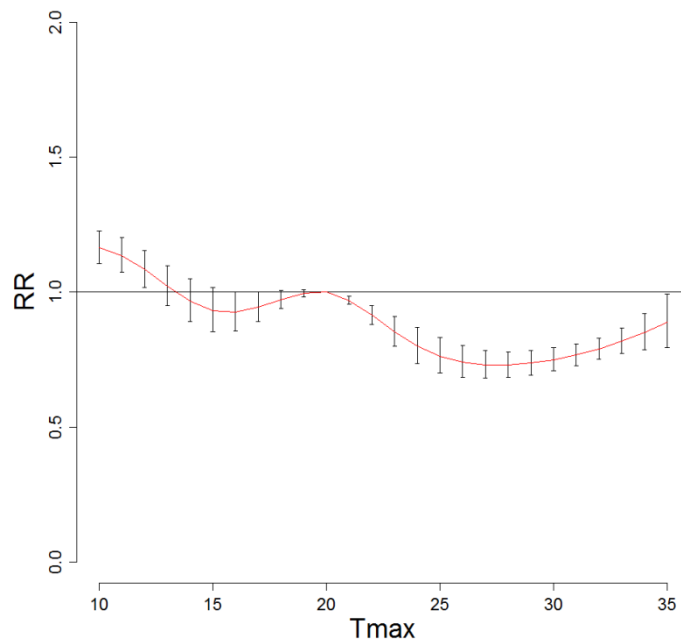


図 4-9. a) 東京都における気温、外因死のRR、ラグの3D plot (65歳以上)

b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

(c)

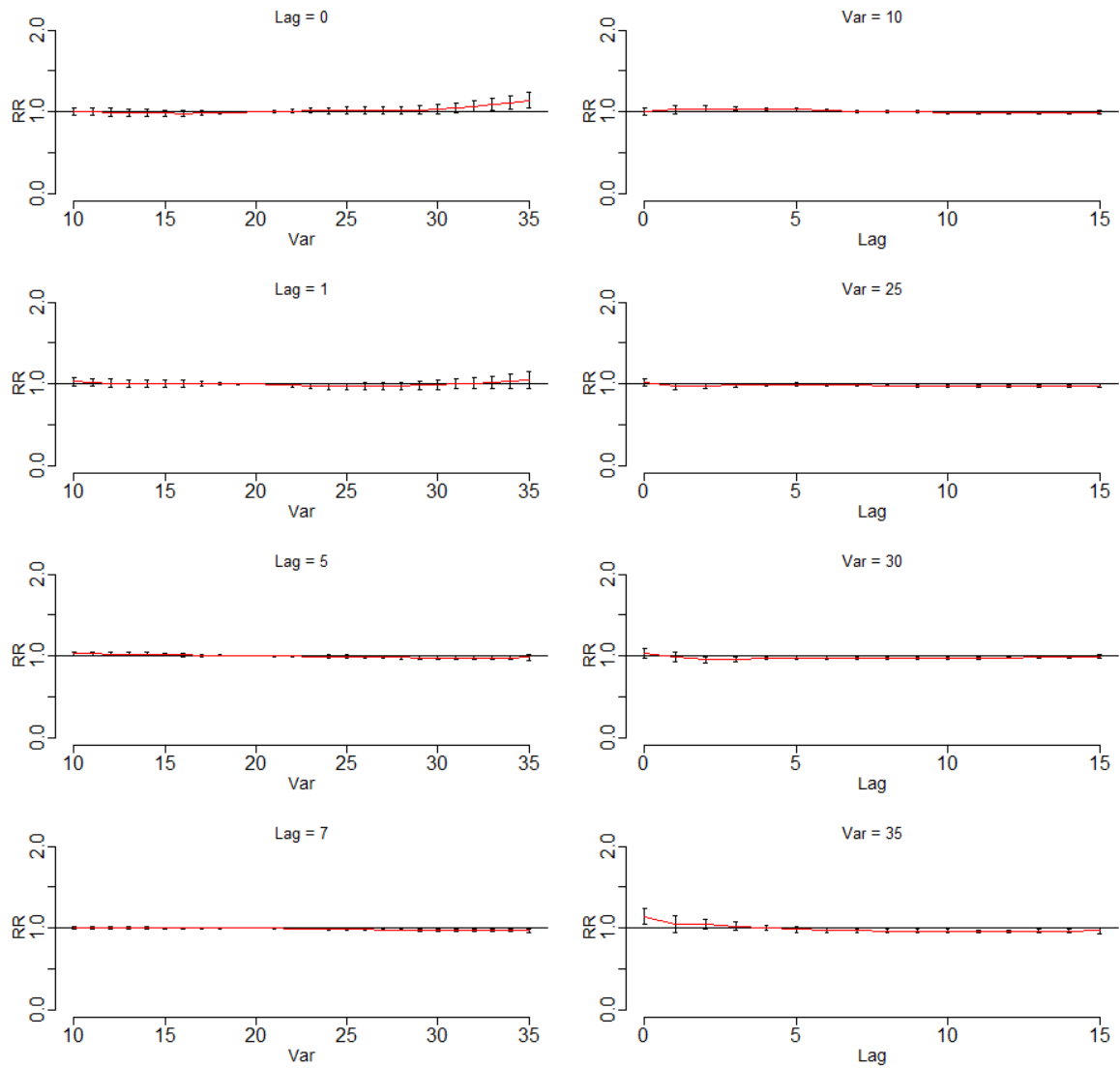


図 4-9. c) 東京都における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

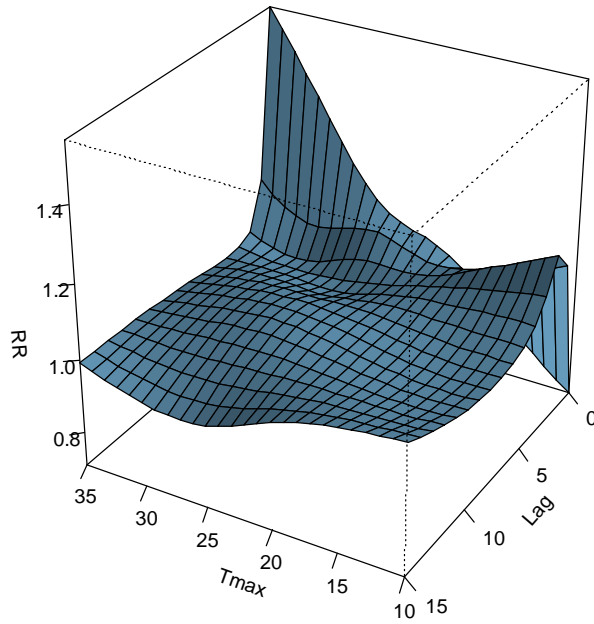
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Aichi, age 0-14, controlled for year,

(a)



(b)

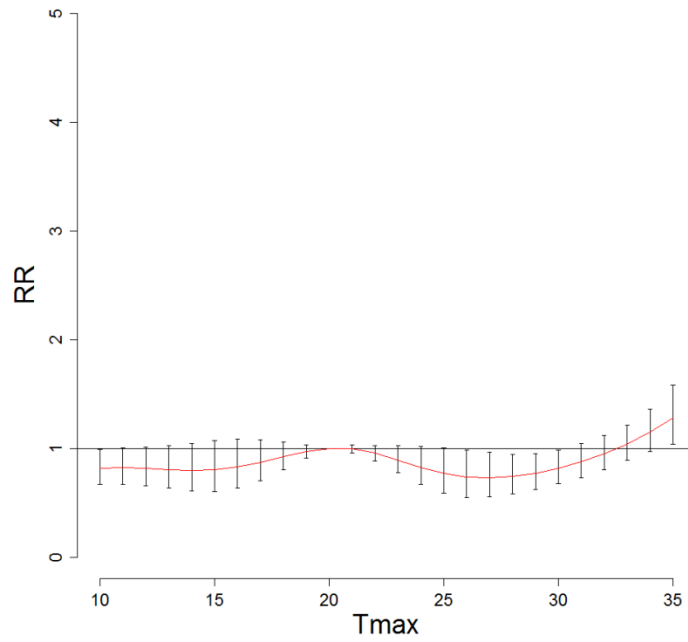


図 4-10. a) 愛知県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)

b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

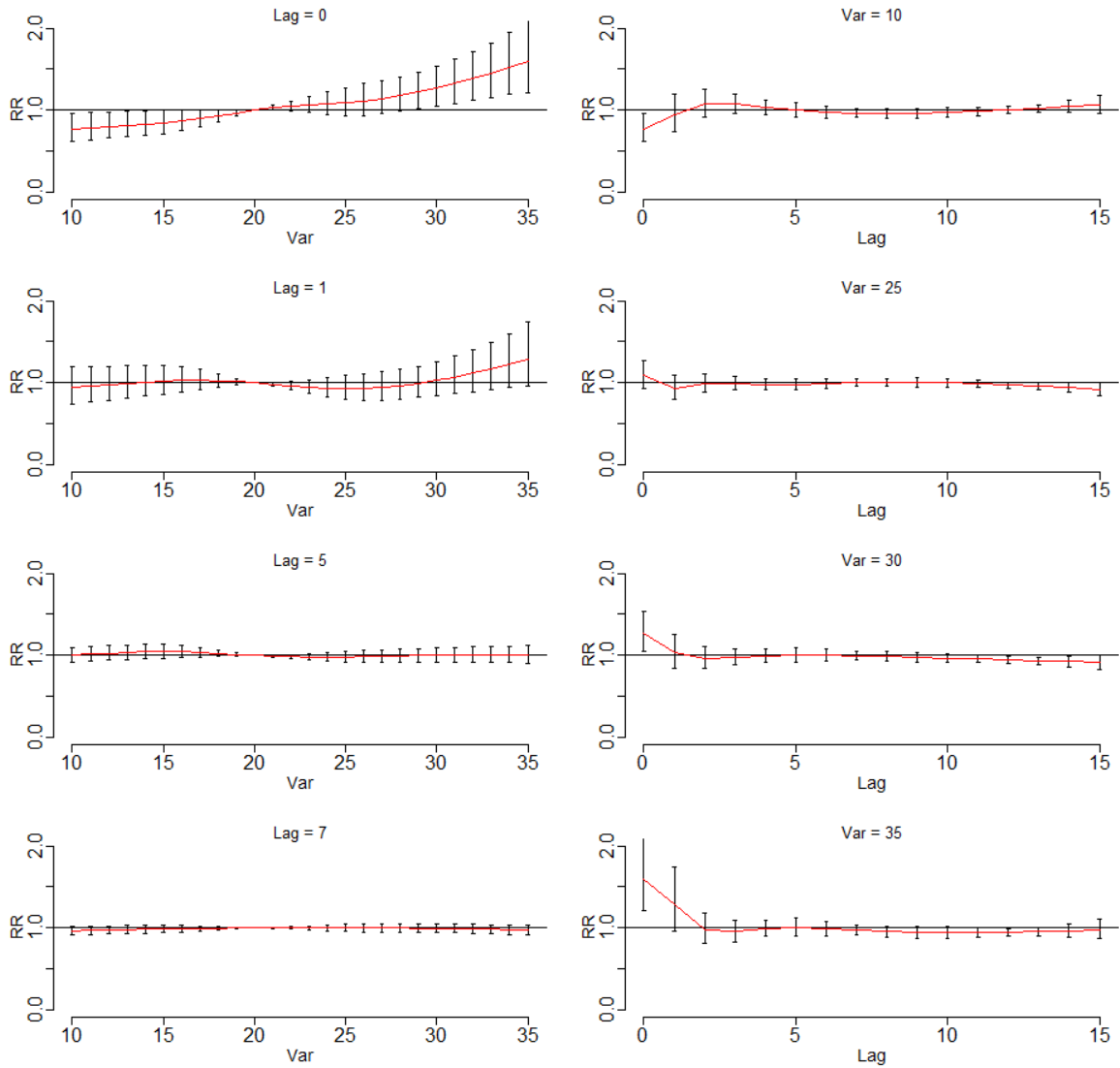


図 4-10. c) 愛知県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

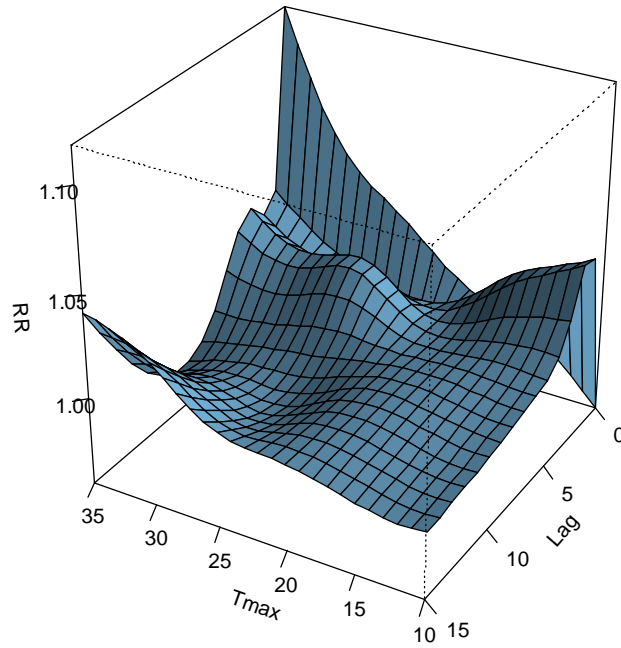
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Aichi, age 15-64, controlled for yea

(a)



(b)

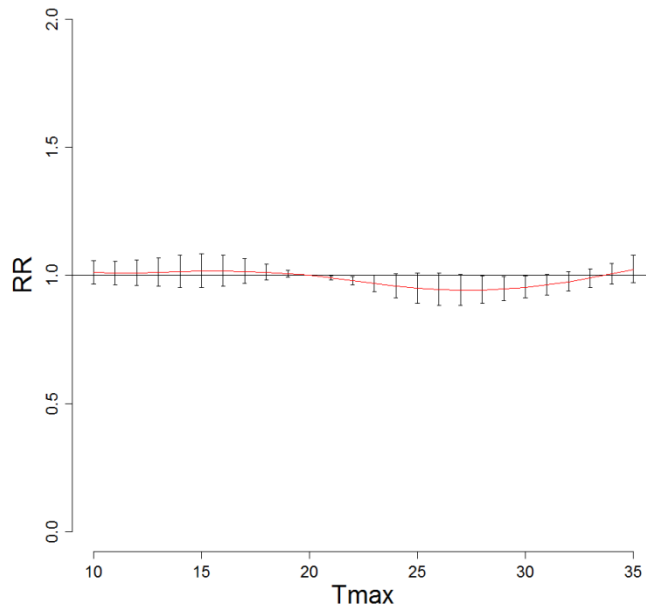


図 4-11. a) 愛知県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)

b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

(c)

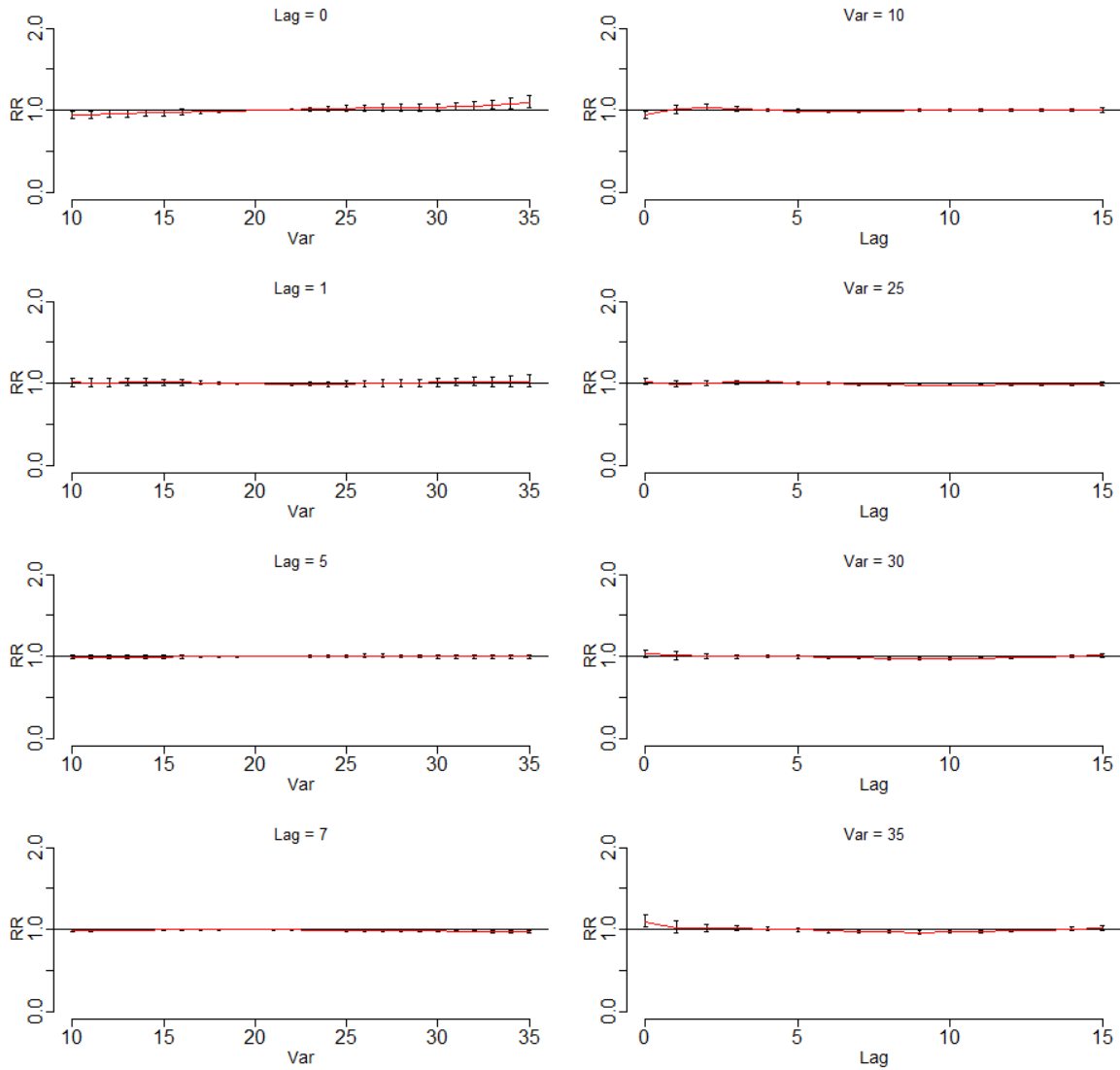


図 4-11. c) 愛知県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

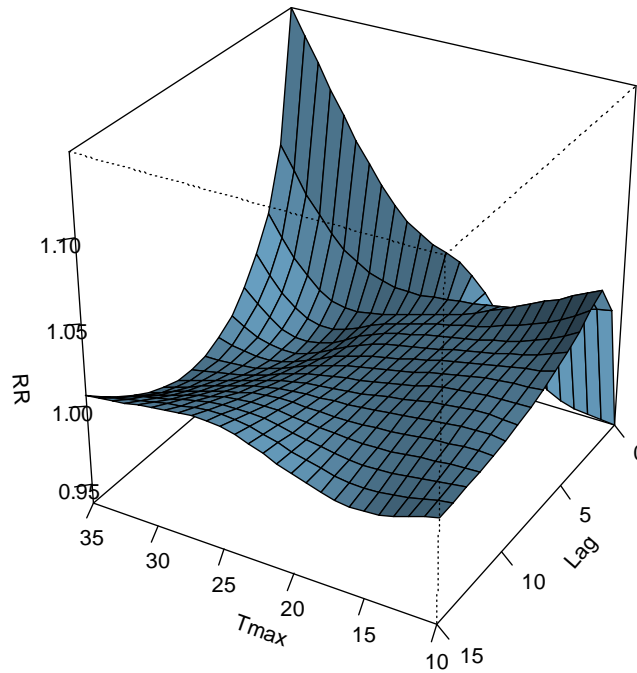
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Aichi, age 65+, controlled for year, s

(a)



(b)

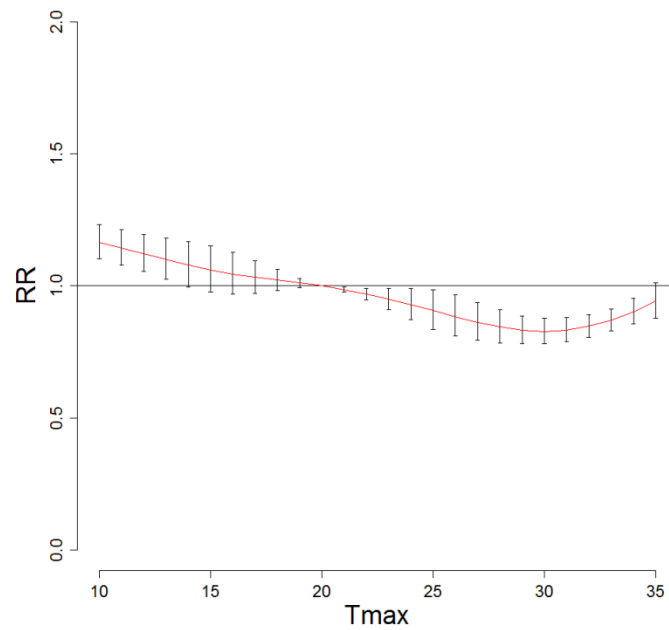


図 4-12. a) 愛知県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)

b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

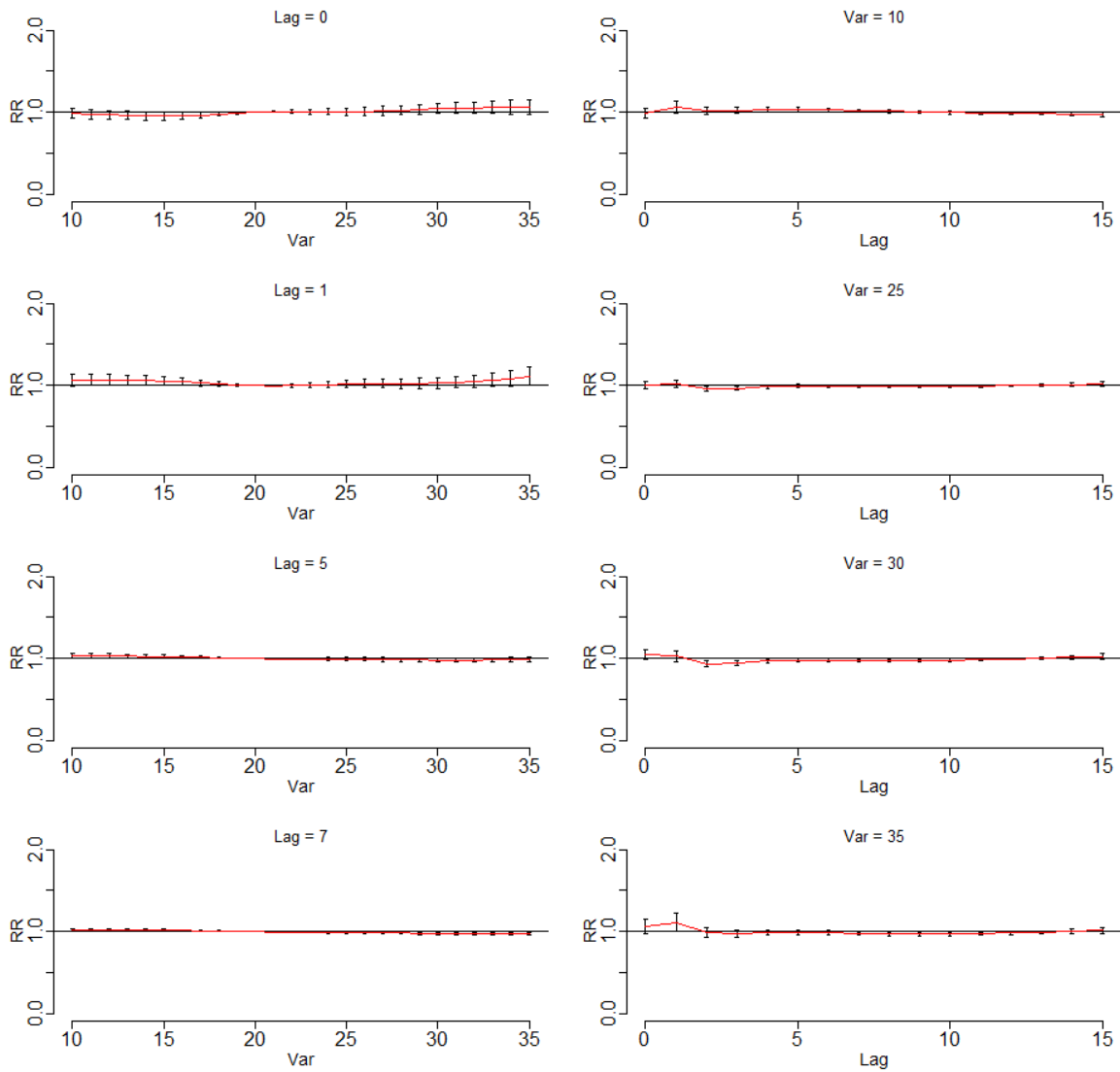


図 4-12. c) 愛知県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

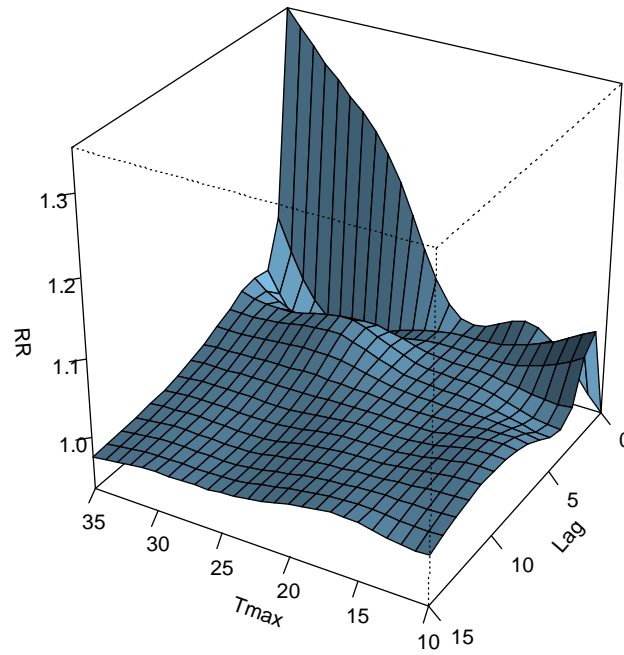
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

Osaka, age 0-14, controlled for yea

(a)



(b)

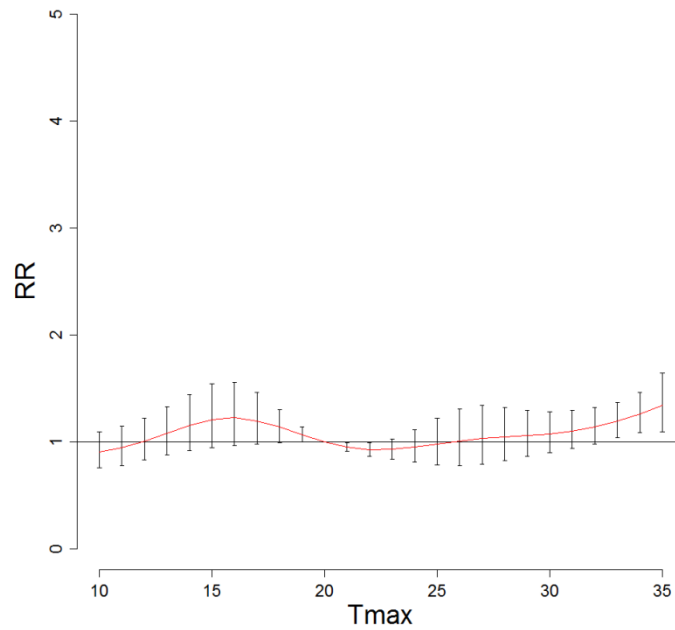


図 4-13. a) 大阪府における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
Tmax: 日最高気温 (°C)
RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

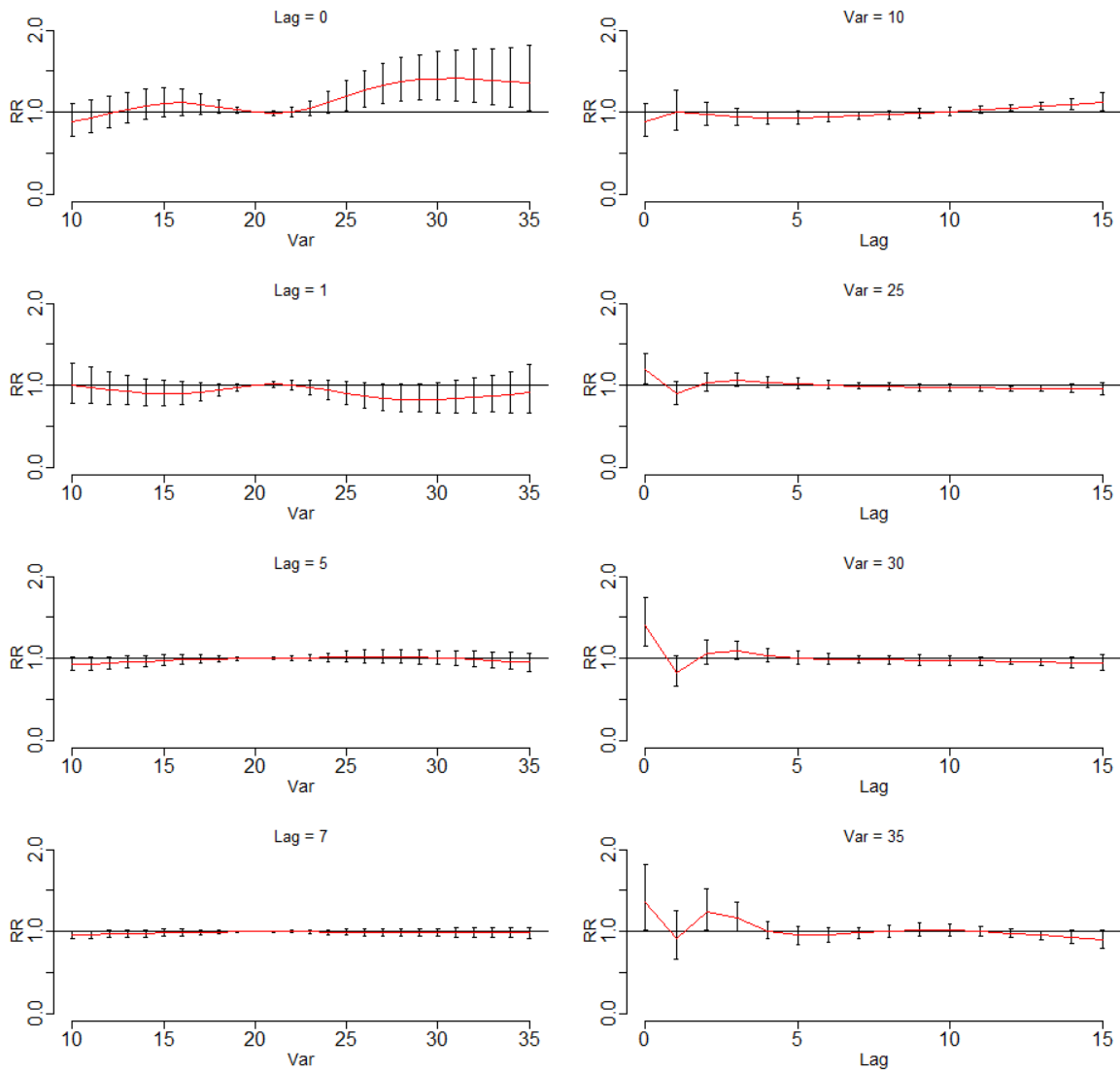


図 4-13. c) 大阪府における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

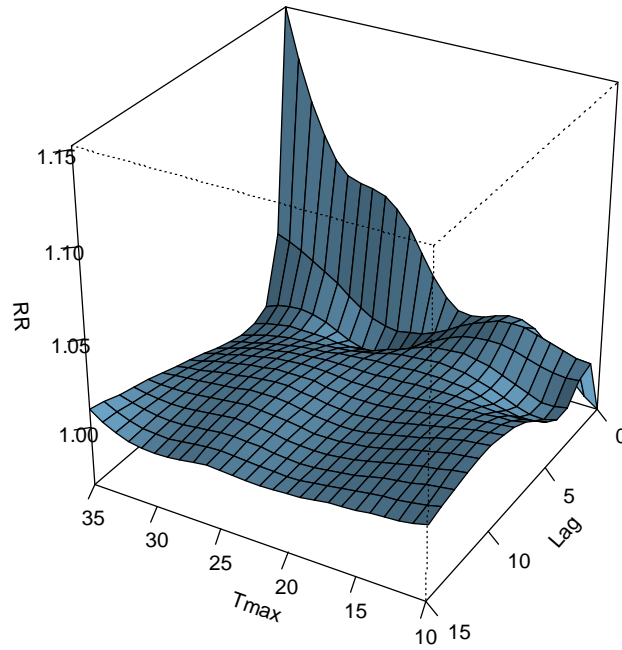
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Osaka, age 15-64, controlled for ye

(a)



(b)

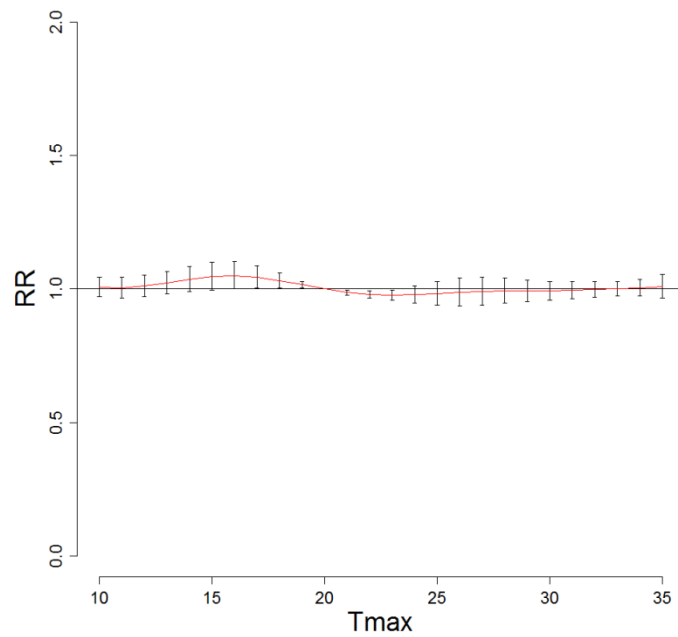


図 4-14. a) 大阪府における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
Tmax:日最高気温 (°C)
RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

(c)

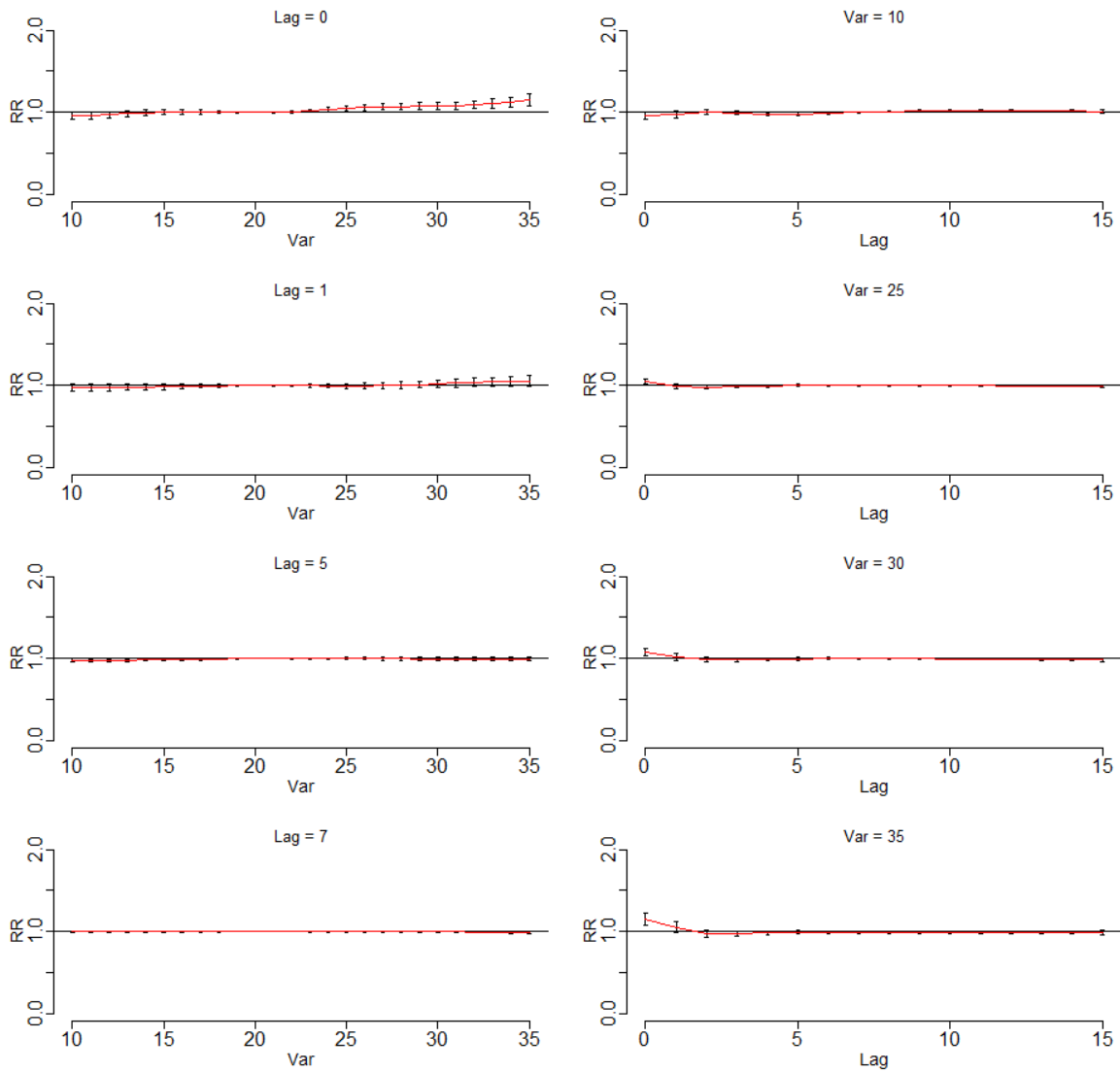


図 4-14. c) 大阪府における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

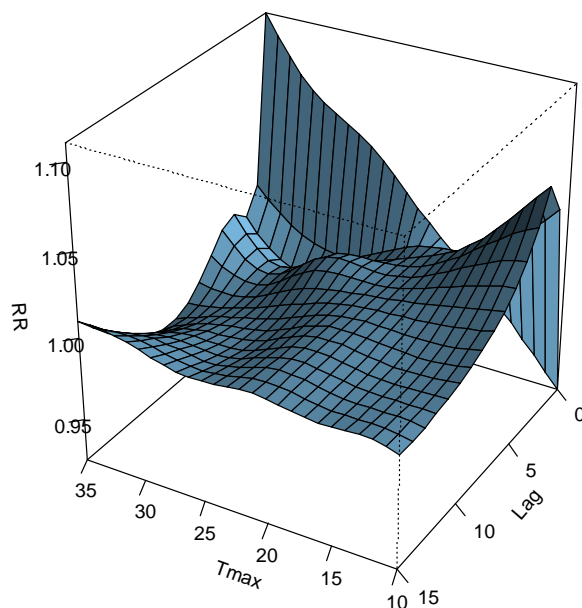
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Aichi, age 65+, controlled for year, s

(a)



(b)

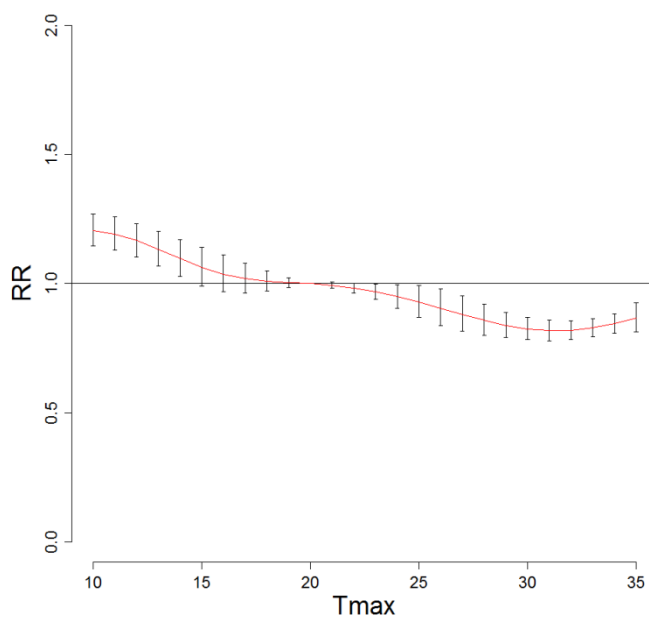


図 4-15. a) 大阪府における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
Tmax: 日最高気温 (°C)
RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

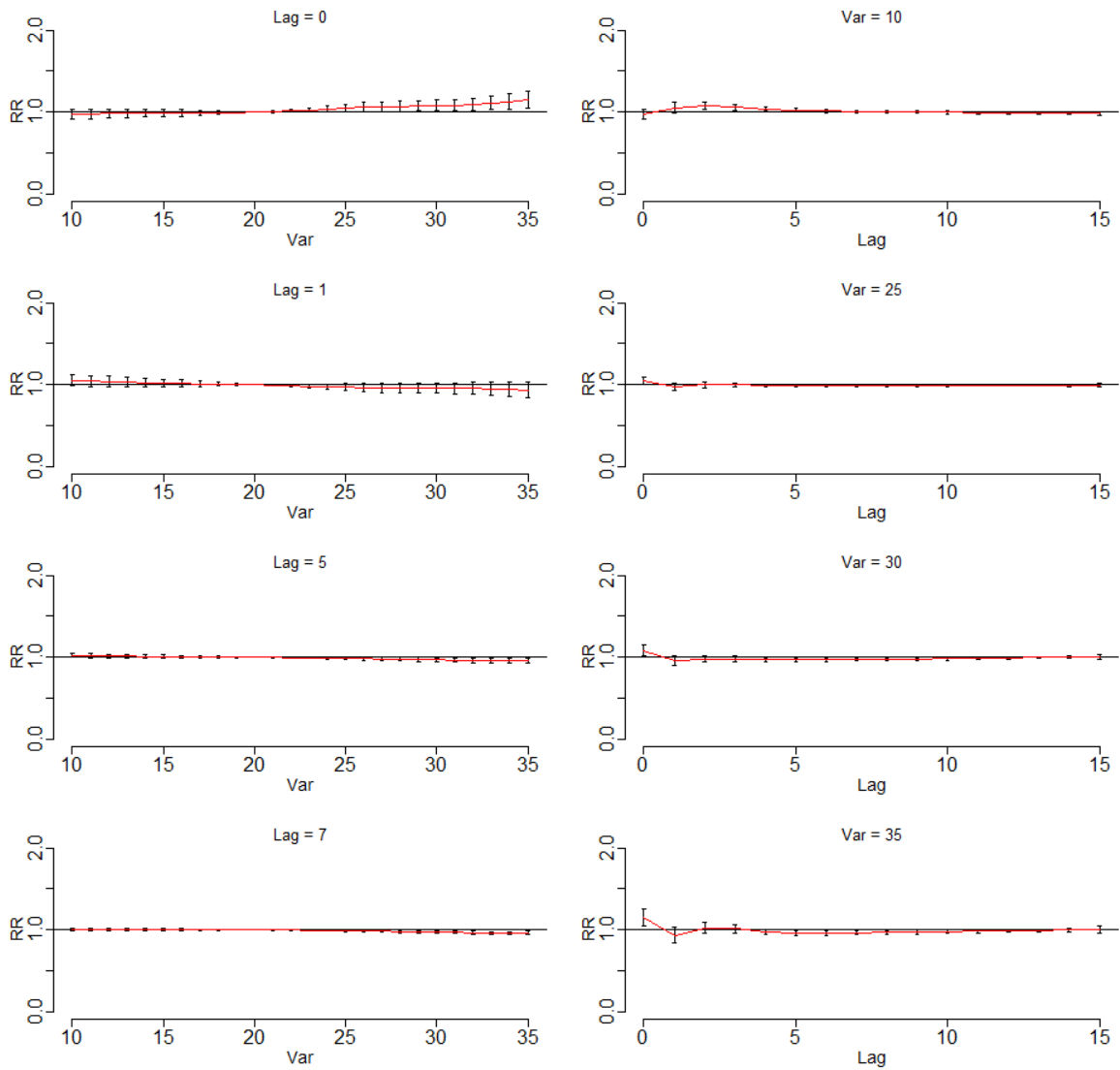


図4-15. c) 大阪府における外因死のRRとラグ日数、気温の関係(65歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

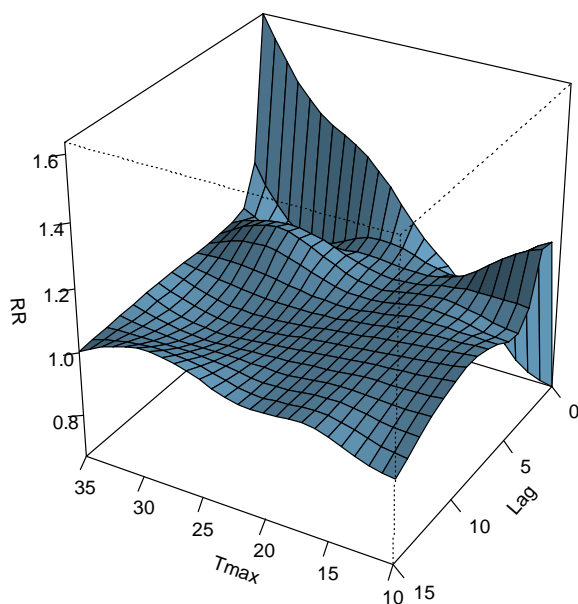
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Fukuoka, age 0-14, controlled for y

(a)



(b)

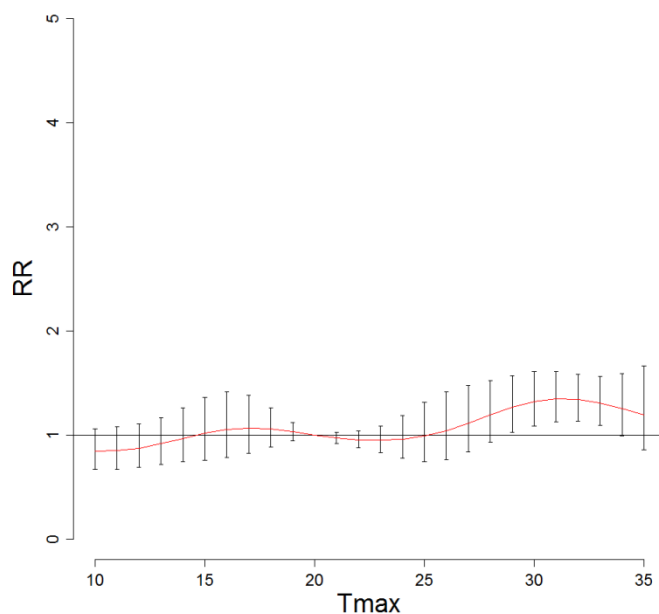


図 4-16. a) 福岡県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)

b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

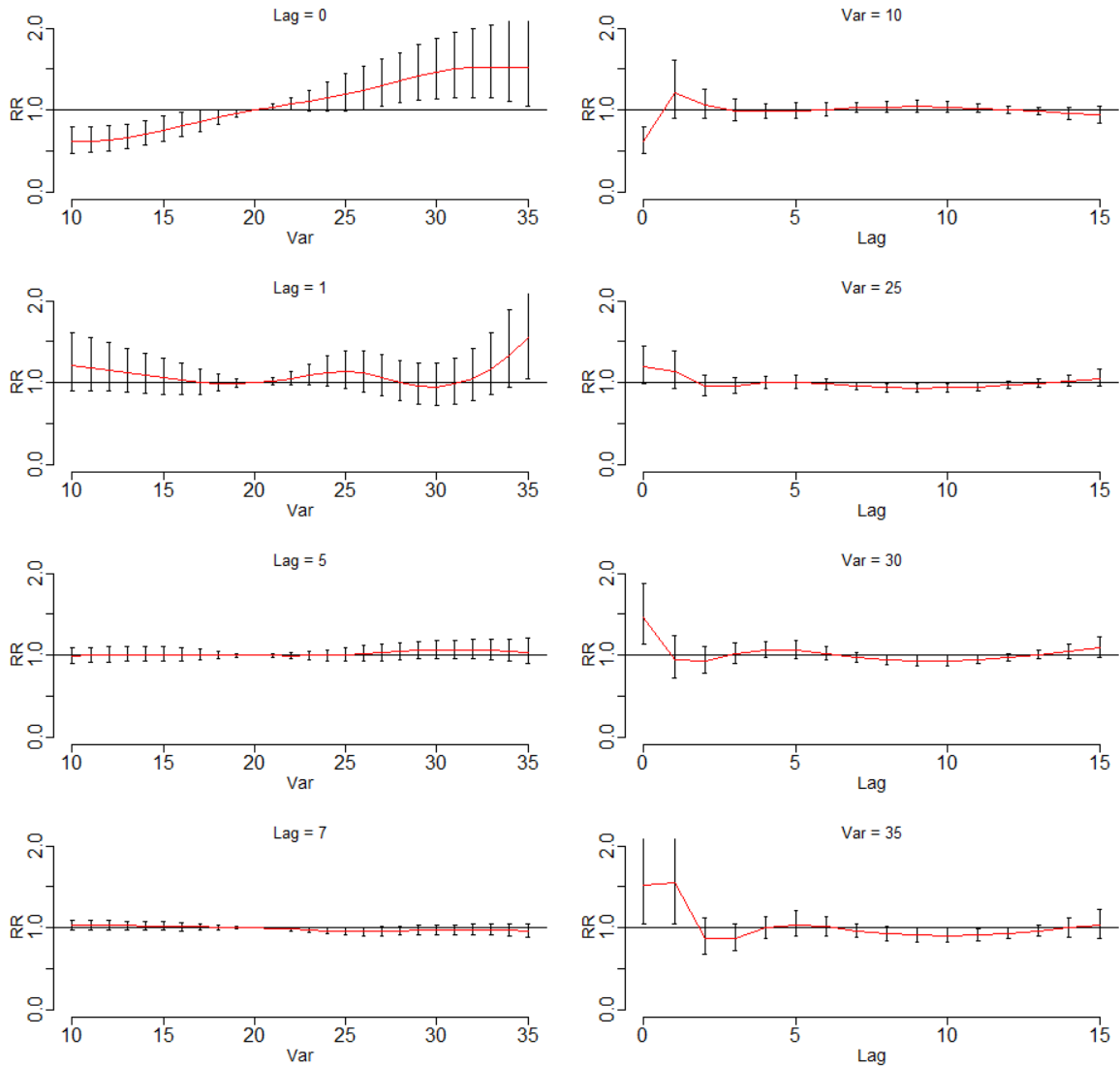


図 4-16. c) 福岡県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

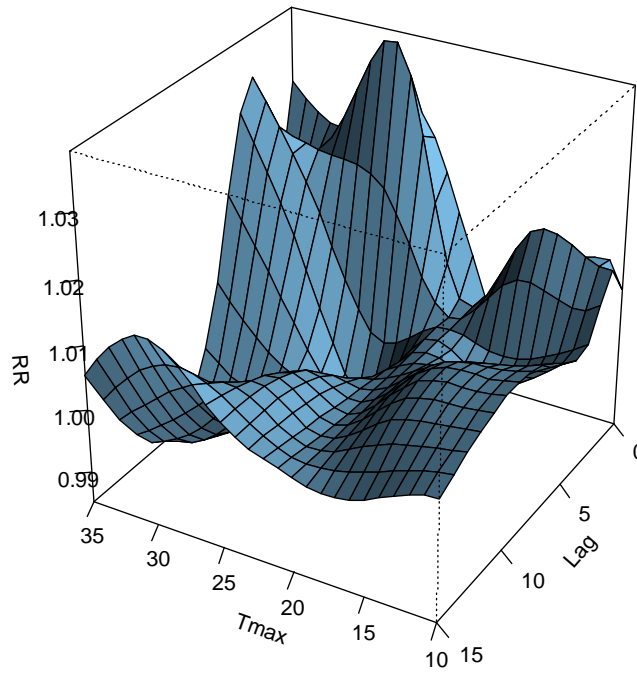
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Fukuoka, age 15-64, controlled for

(a)



(b)

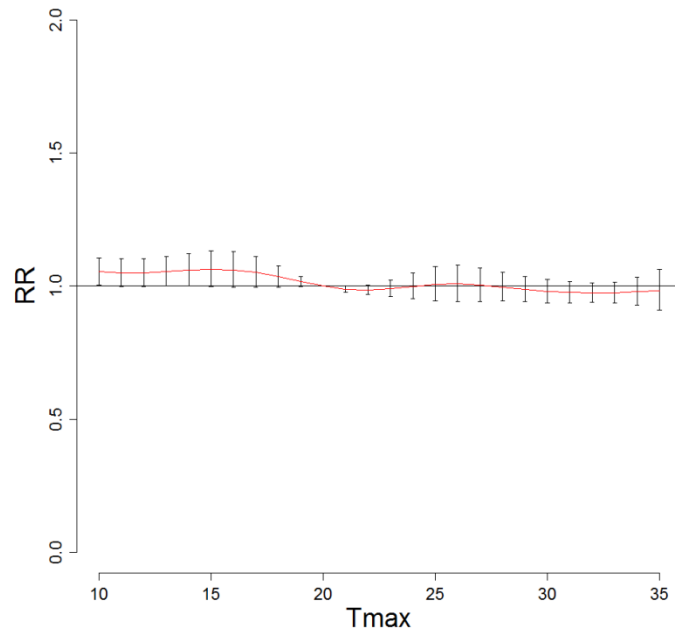


図 4-17. a) 福岡県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)

b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

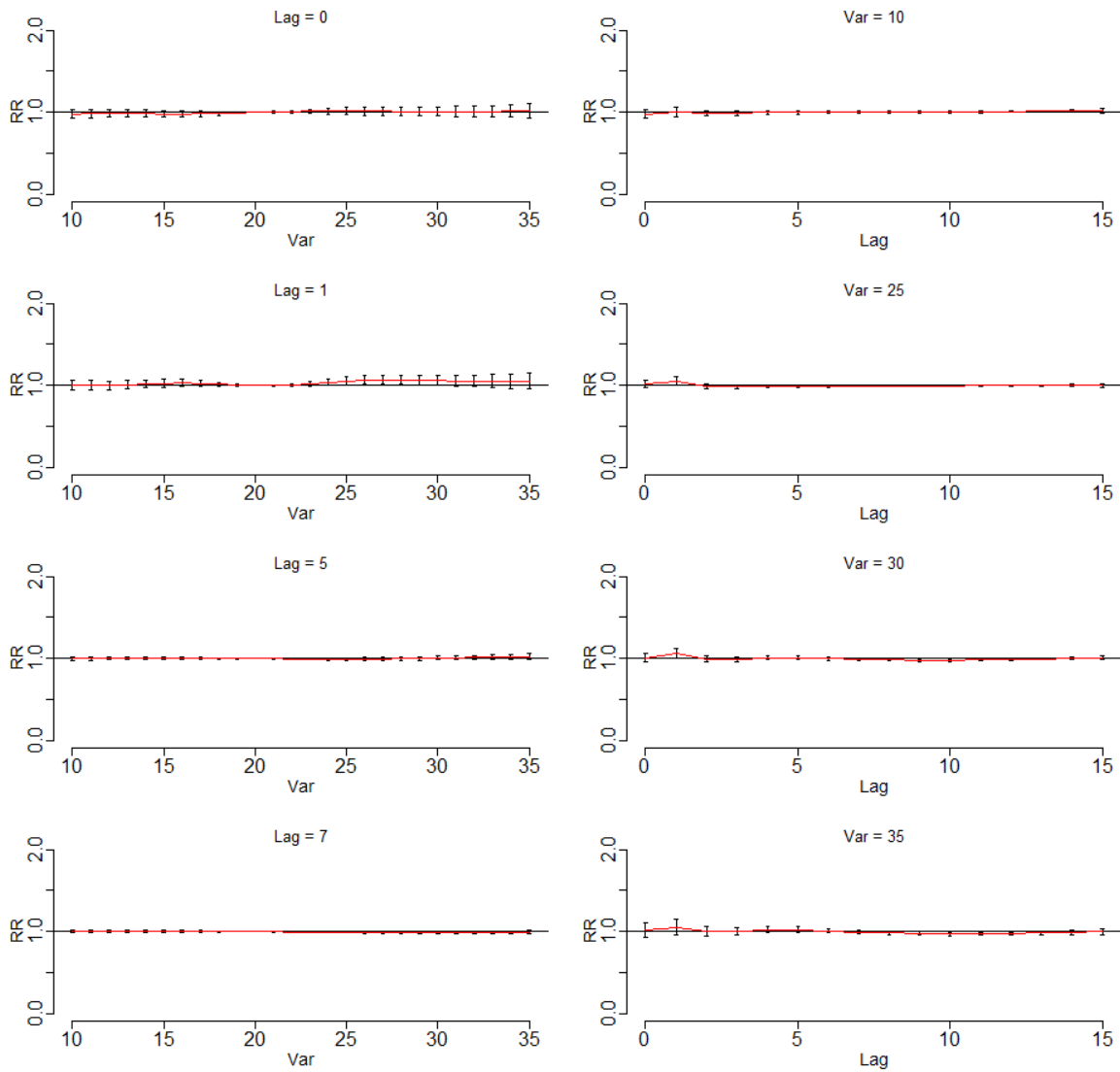


図 4-17. c) 福岡県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

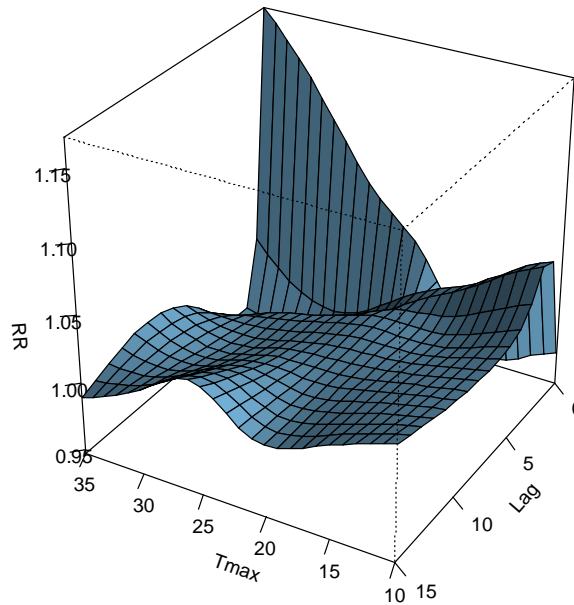
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

Fukuoka, age 65+, controlled for year

(a)



(b)

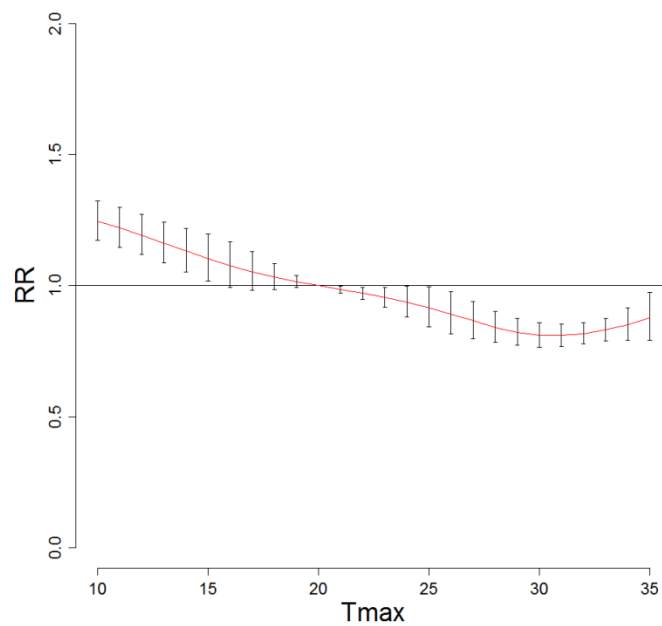


図 4-18. a) 福岡県における気温、外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析
自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
Tmax: 日最高気温 (°C)
RR: 20°C を基準とした外因死についての相対危険度

(c)

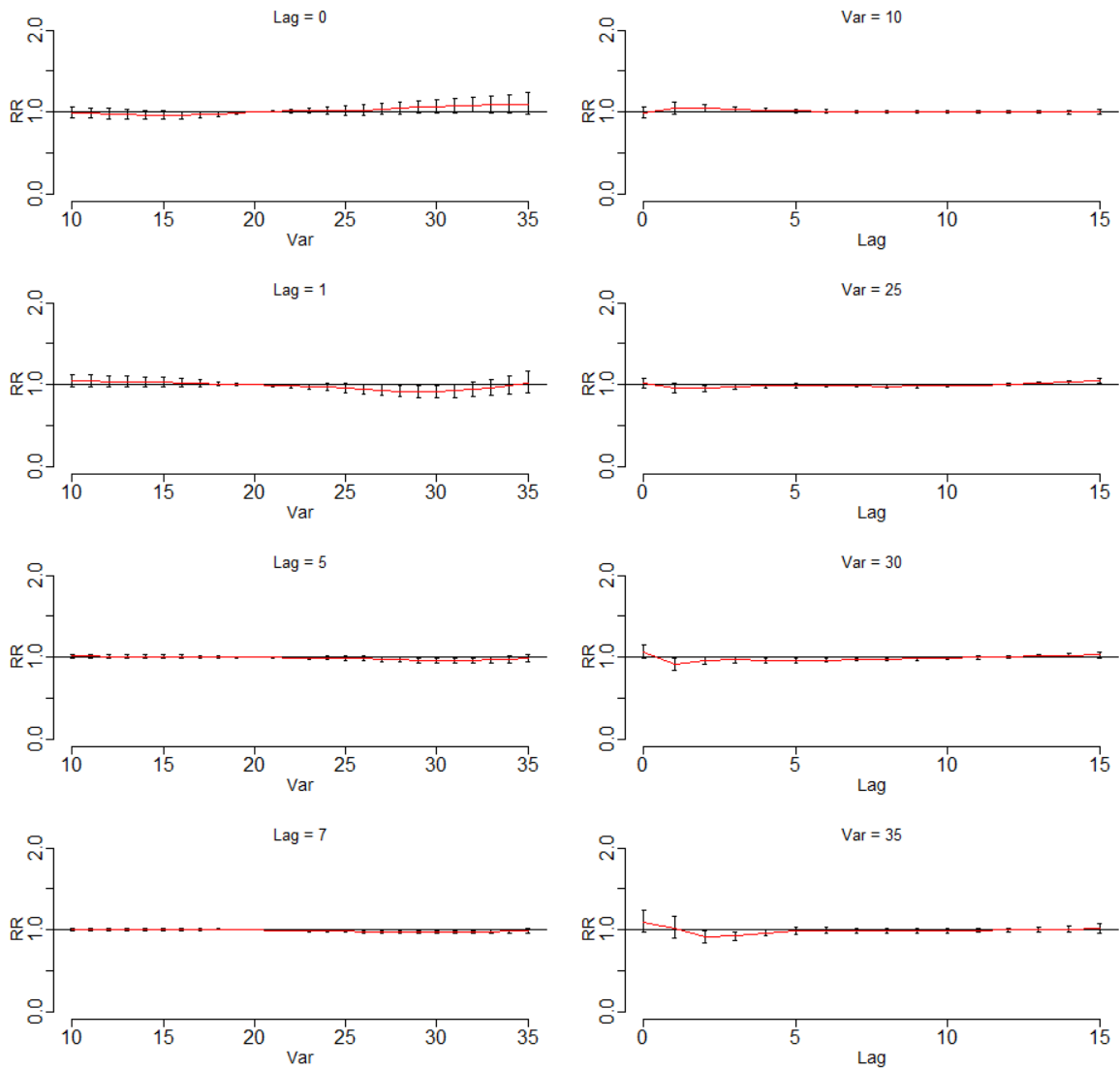


図 4-18. c) 福岡県における外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした外因死についての相対危険度

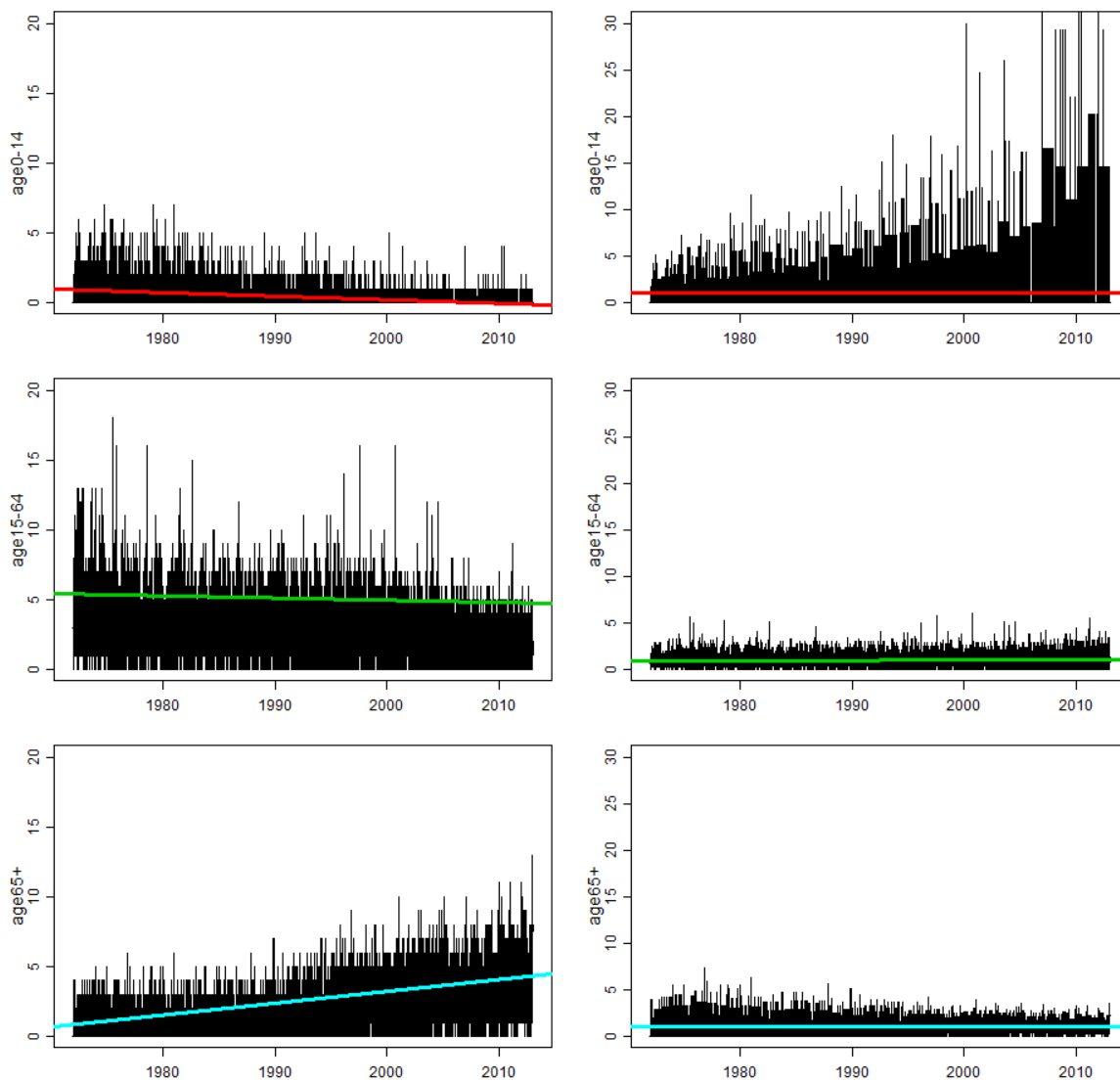


図 5-1. 北海道における日別非自殺外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比
いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

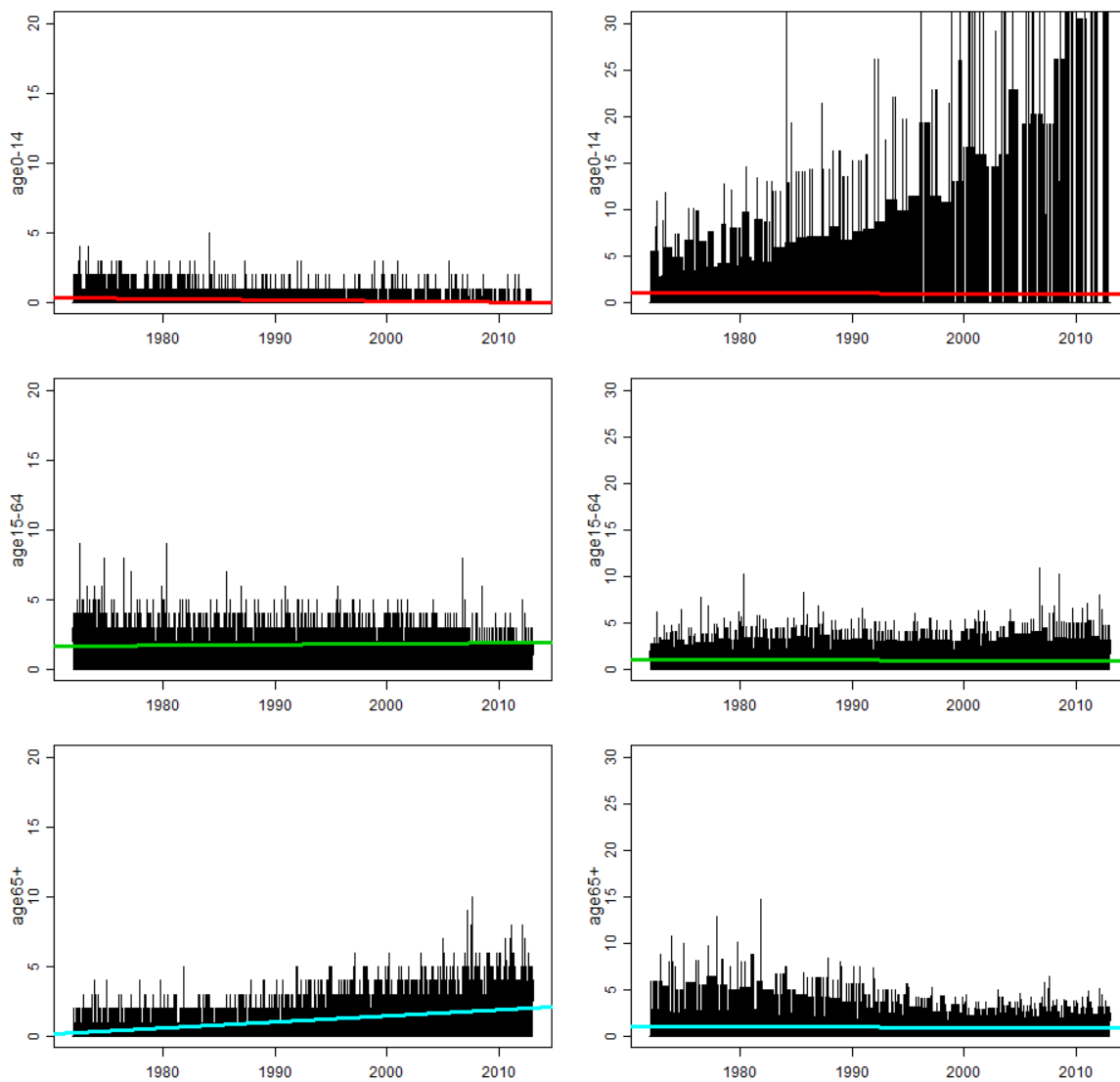


図 5-2. 宮城県における日別非自殺外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸::日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比
いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

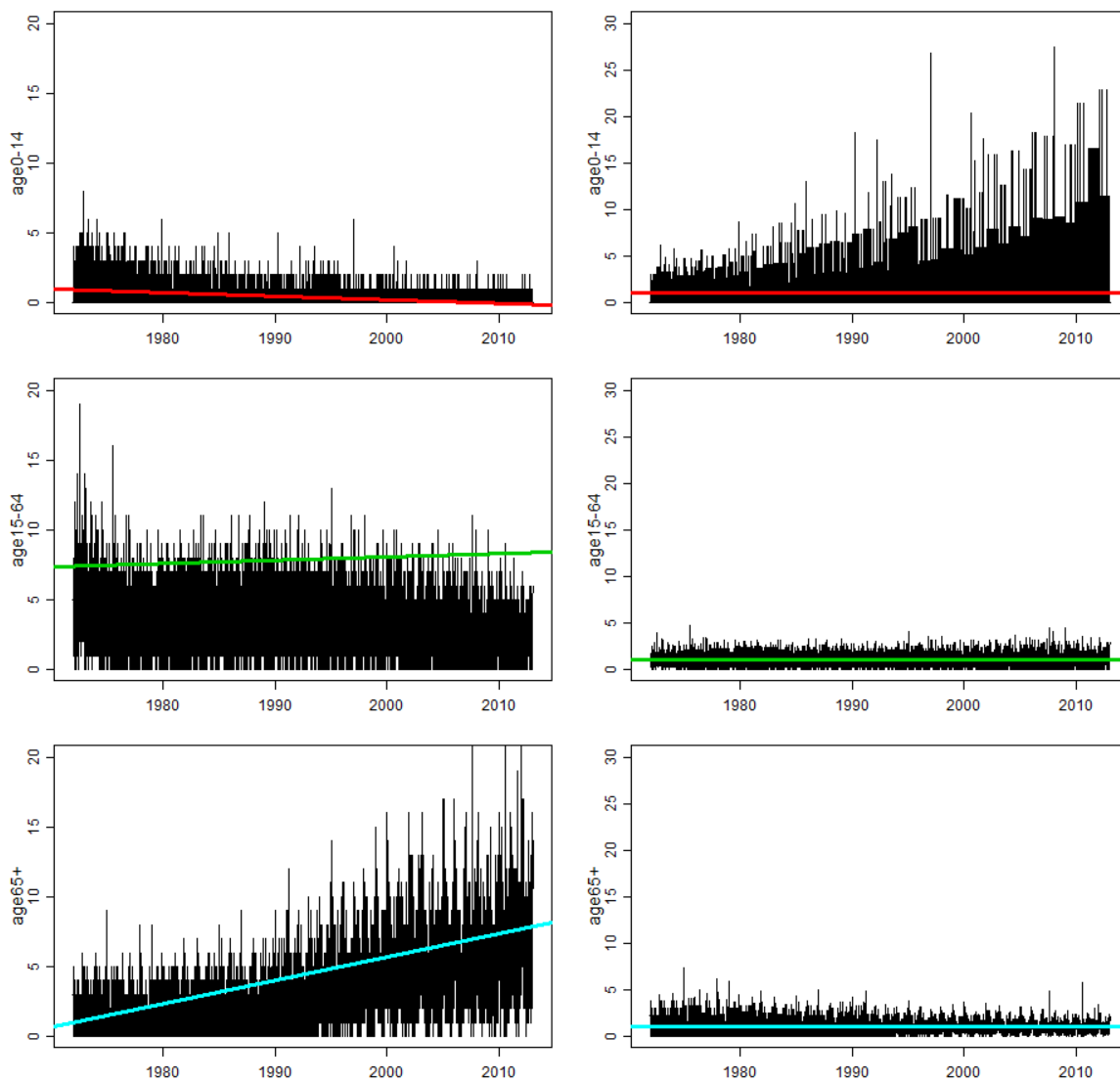


図 5-3. 東京都における日別非自殺外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸::日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比
いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

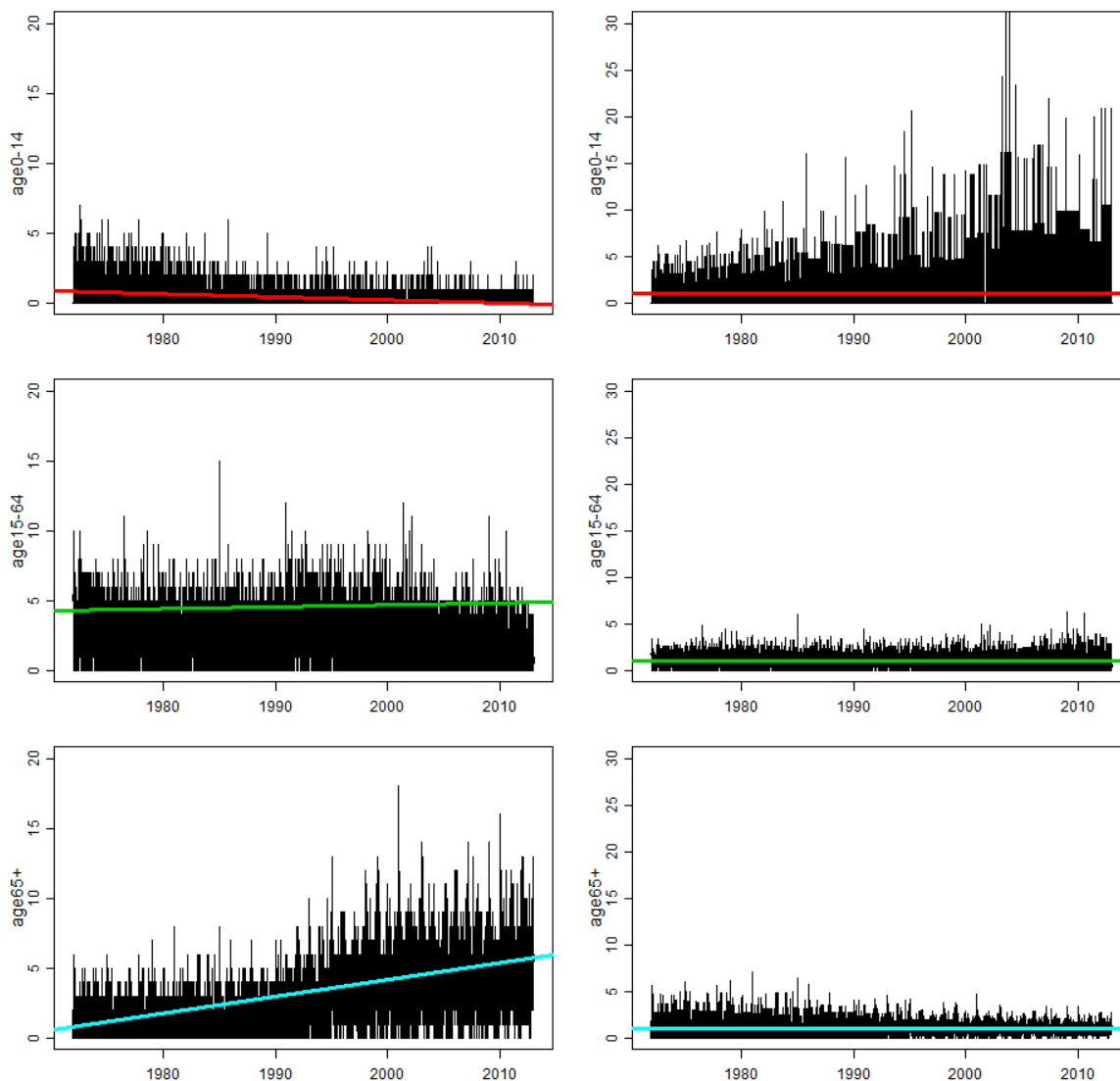


図 5-4. 愛知県における日別非自殺外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比
いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

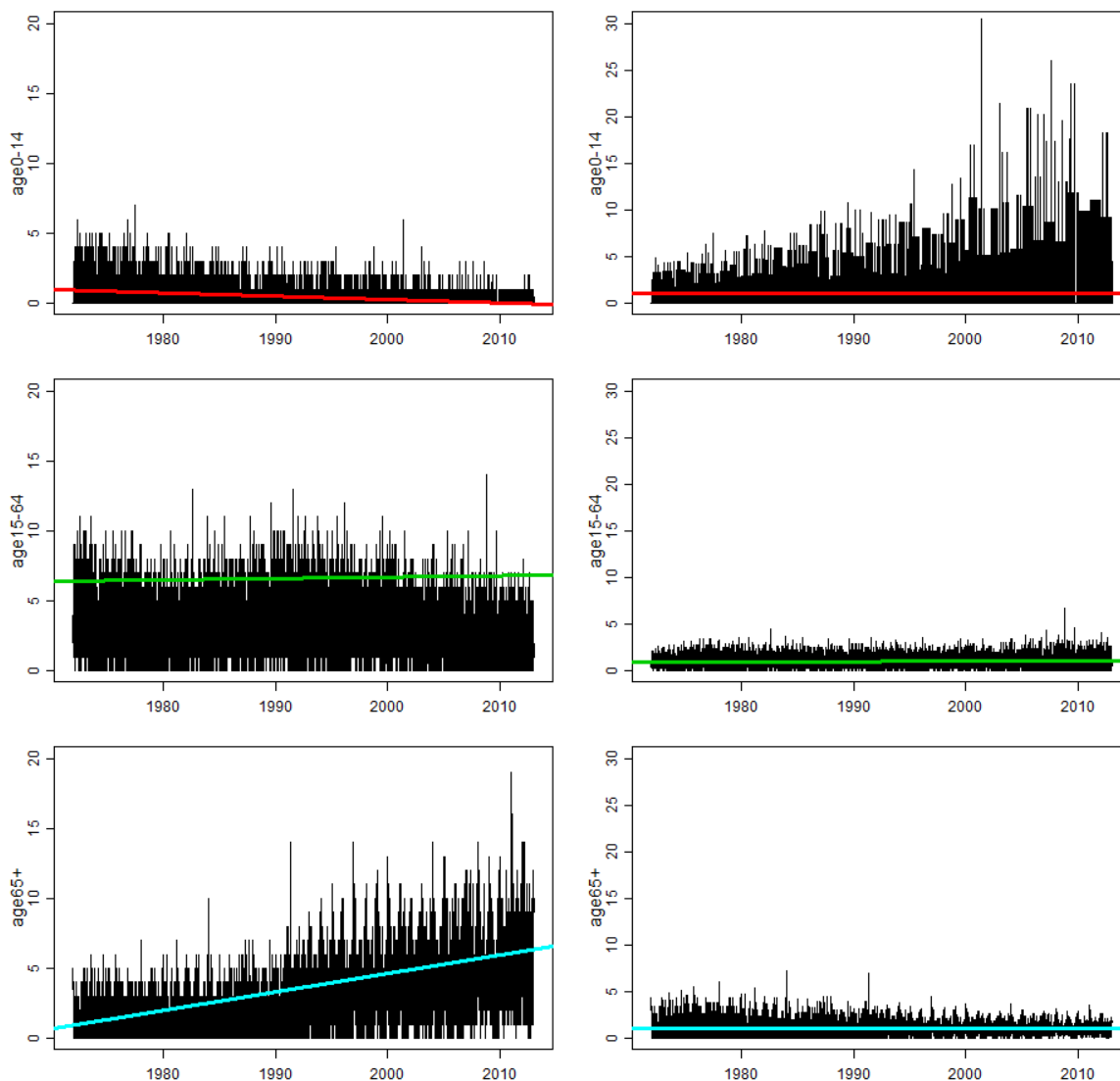


図 5-5. 大阪府における日別非自殺外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比
いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

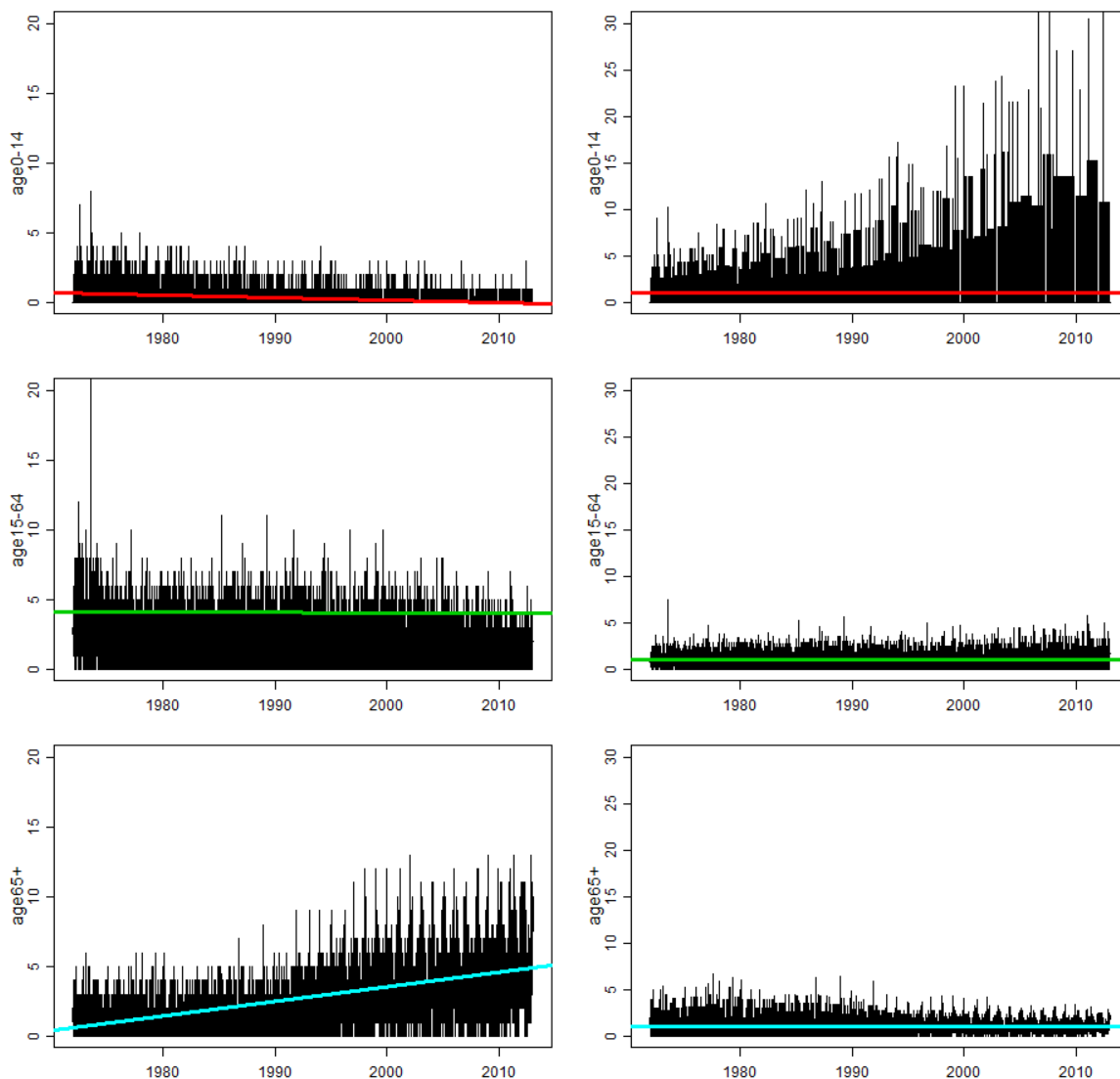


図 5-6. 福岡県における日別非自殺外因死の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比
いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

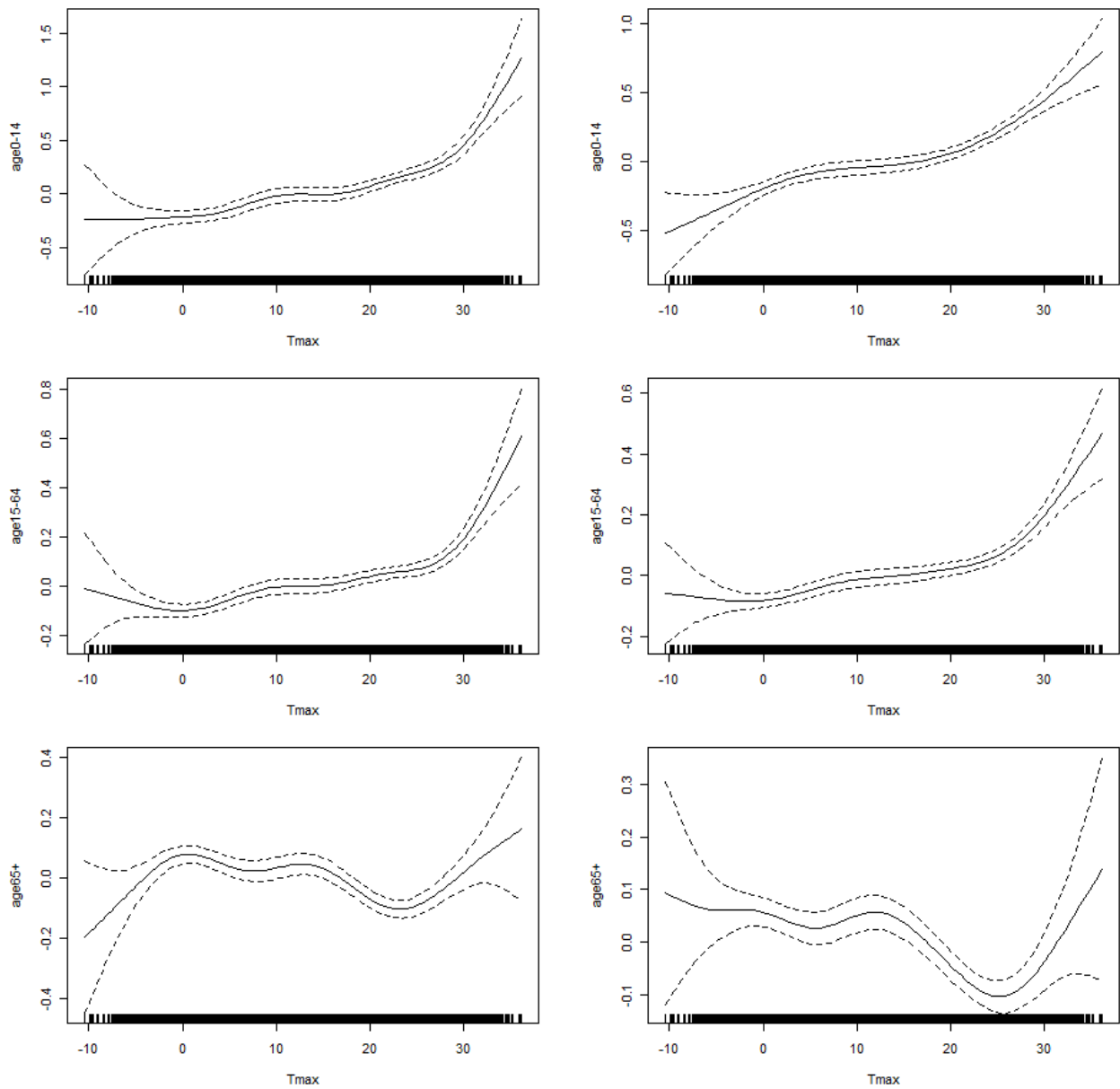


図 6-1. 北海道における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸::日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比

Tmax:日最高気温（°C）

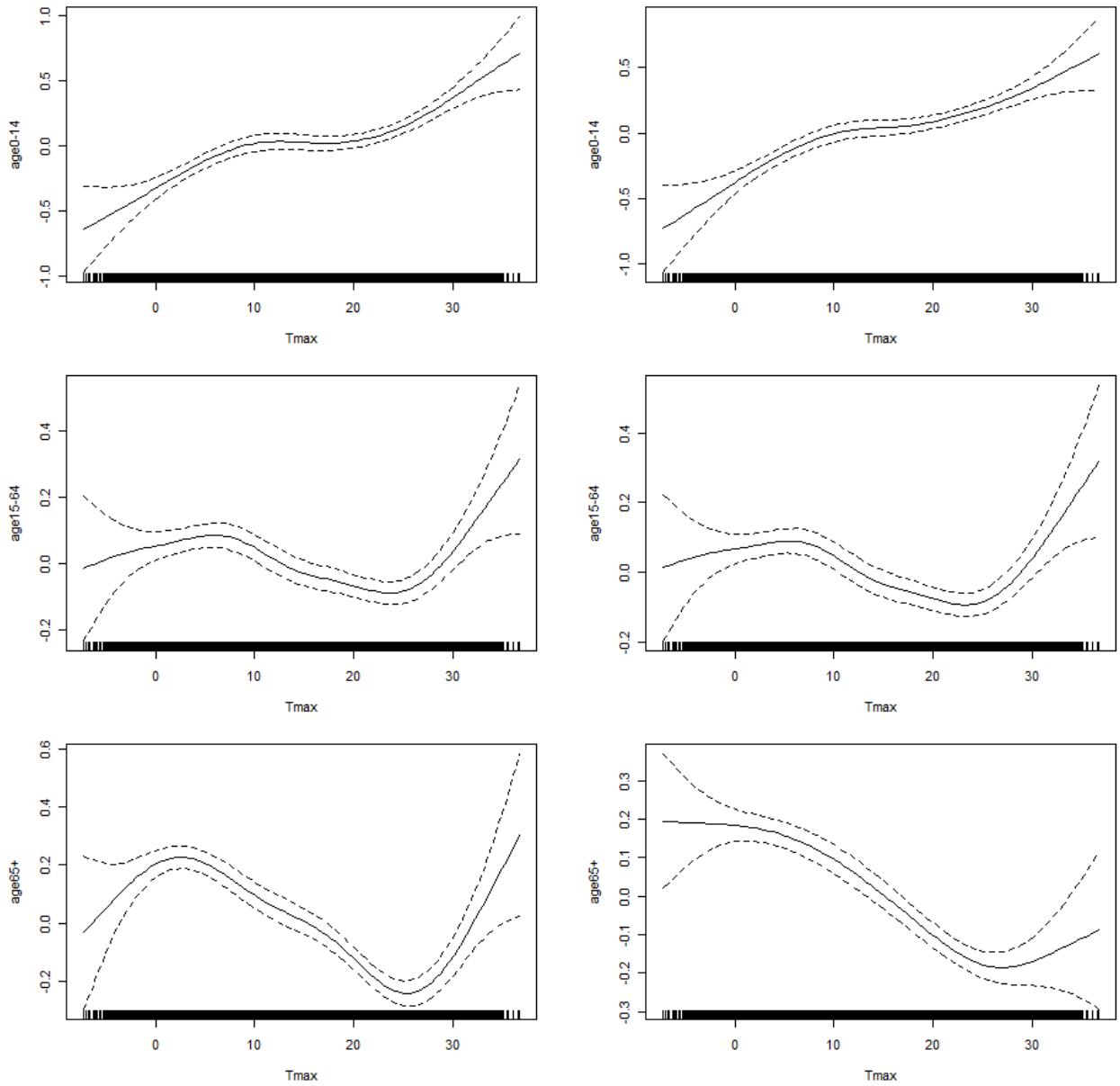


図 6-2. 宮城県における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:日別の非自殺外因死亡数 (人)

右列：縦軸::日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比

Tmax:日最高気温 (°C)

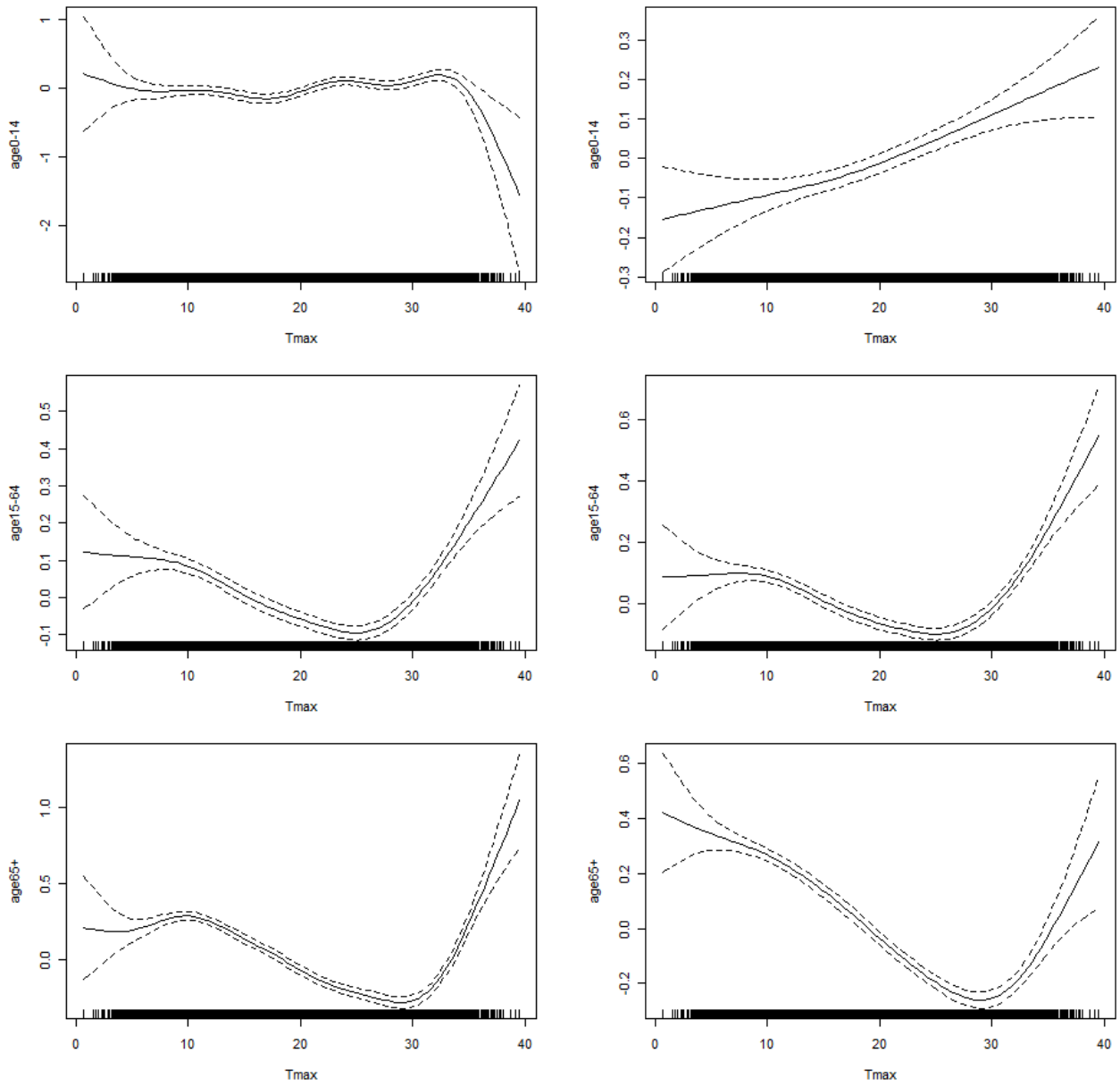


図 6-3. 東京都における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

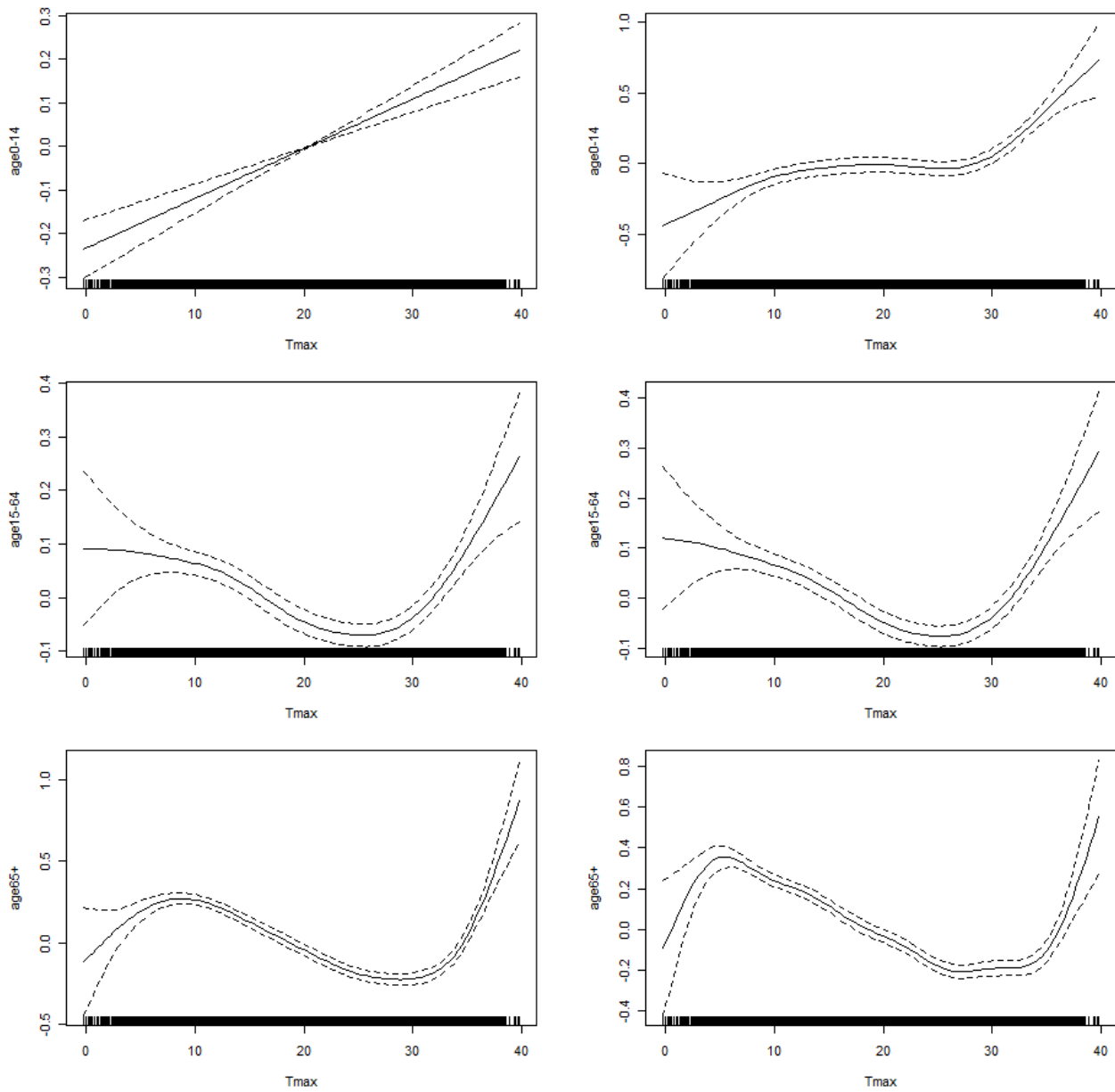


図 6-4. 愛知県における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸：日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

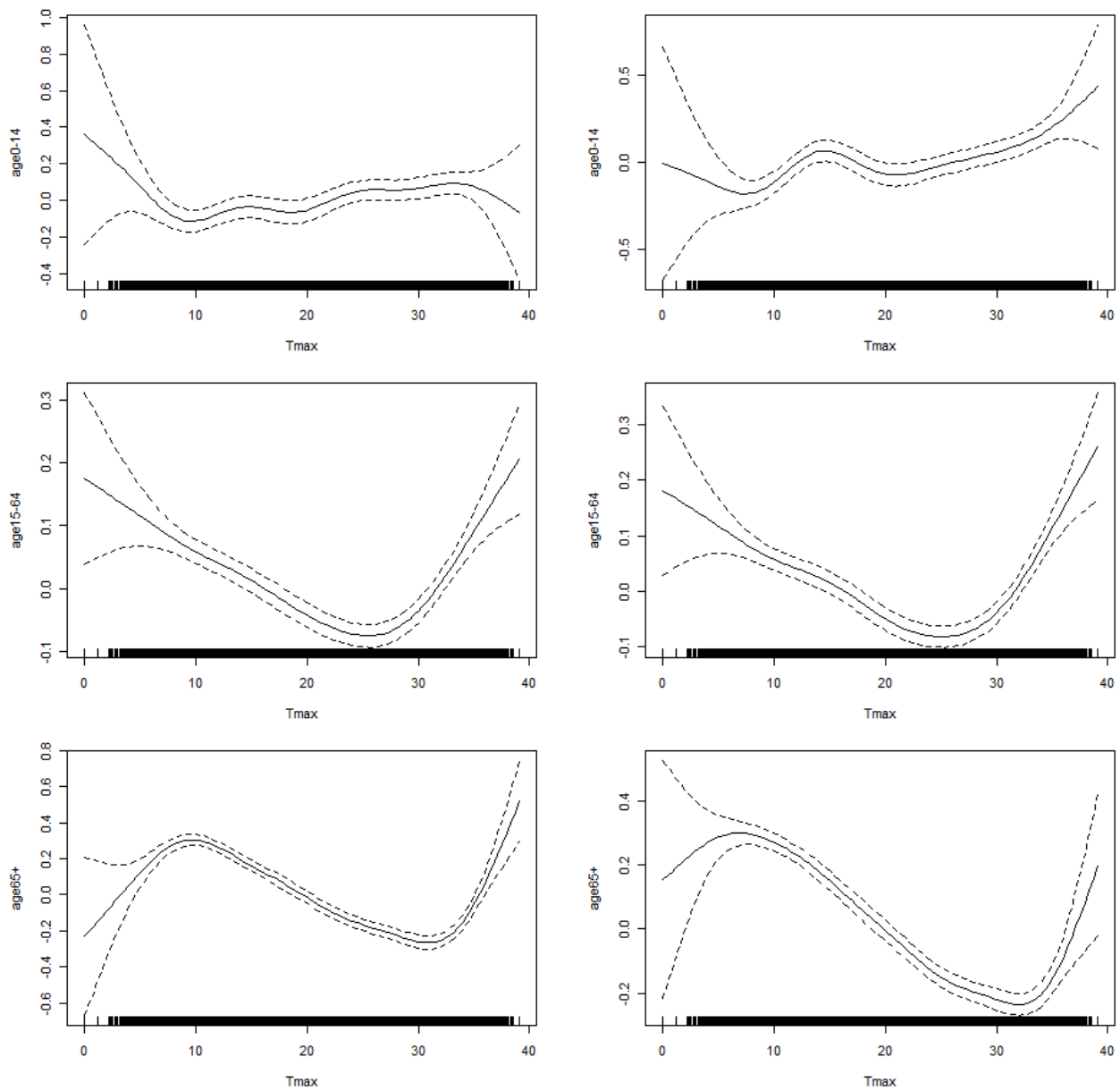


図 6-5. 大阪府における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸::日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

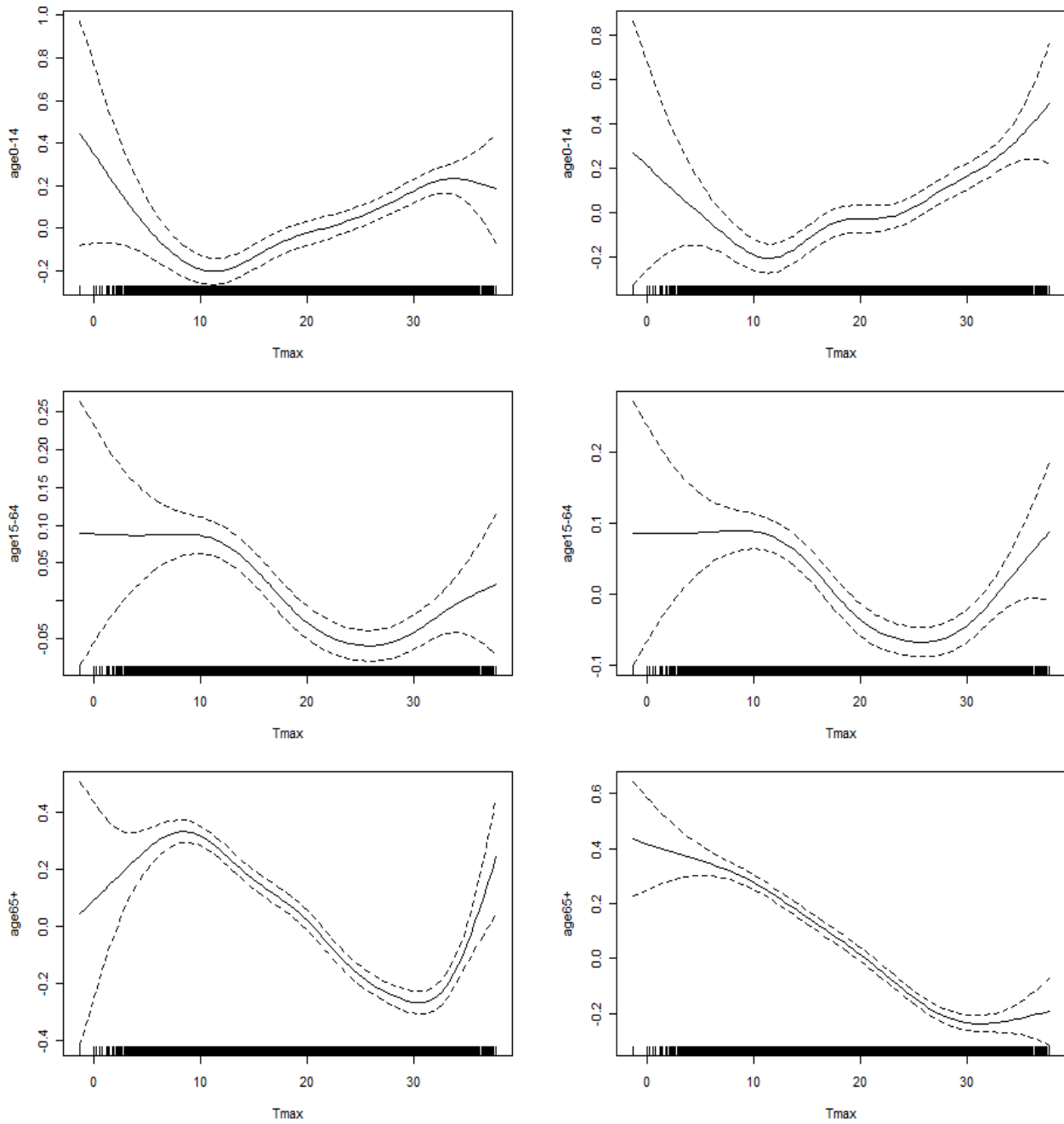


図 6-6. 福岡県における日別非自殺外因死と気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:日別の非自殺外因死亡数（人）

右列：縦軸::日別の非自殺外因死亡数と年平均非自殺外因死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

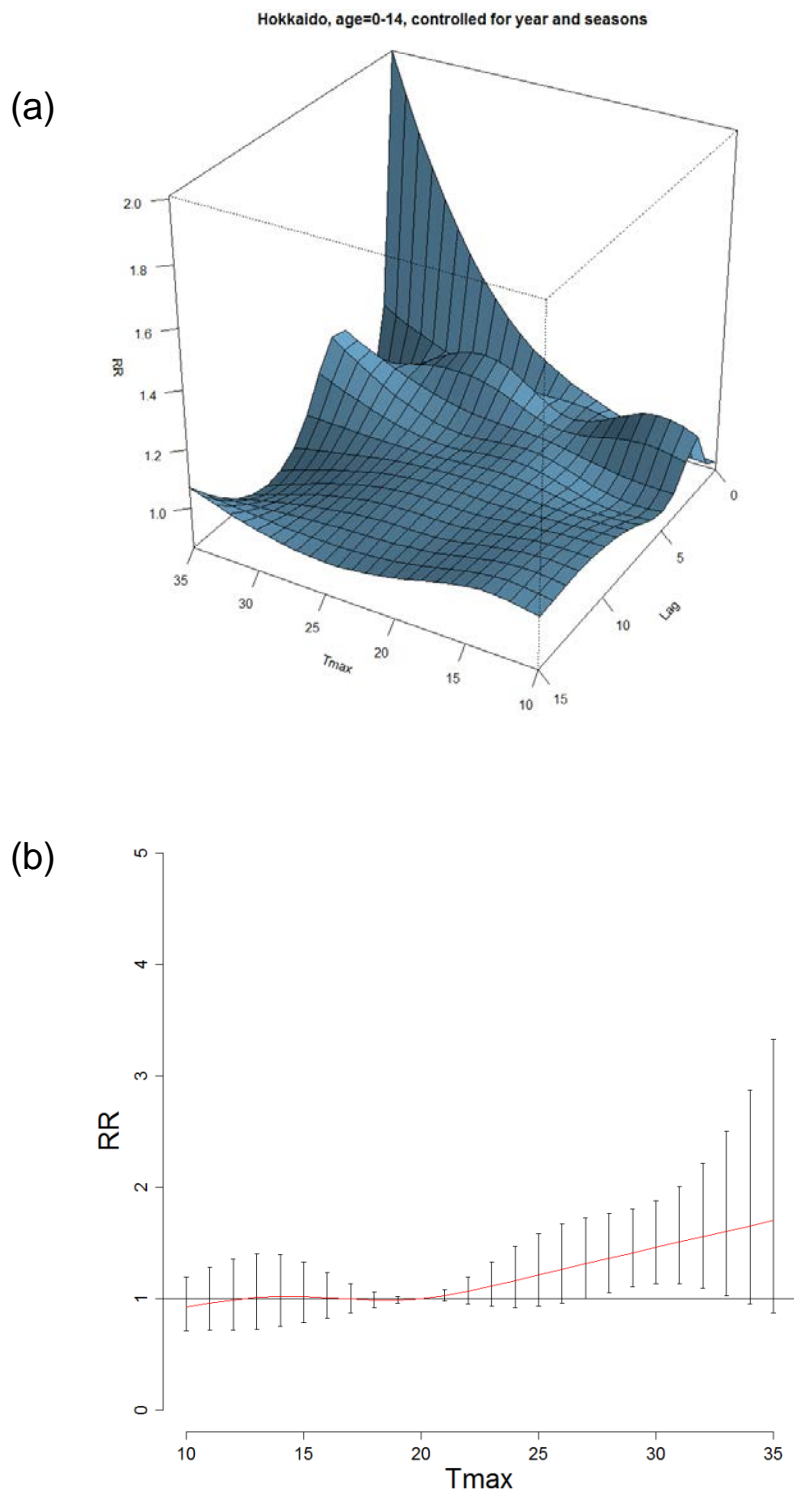


図 7-1. a) 北海道における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax:日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

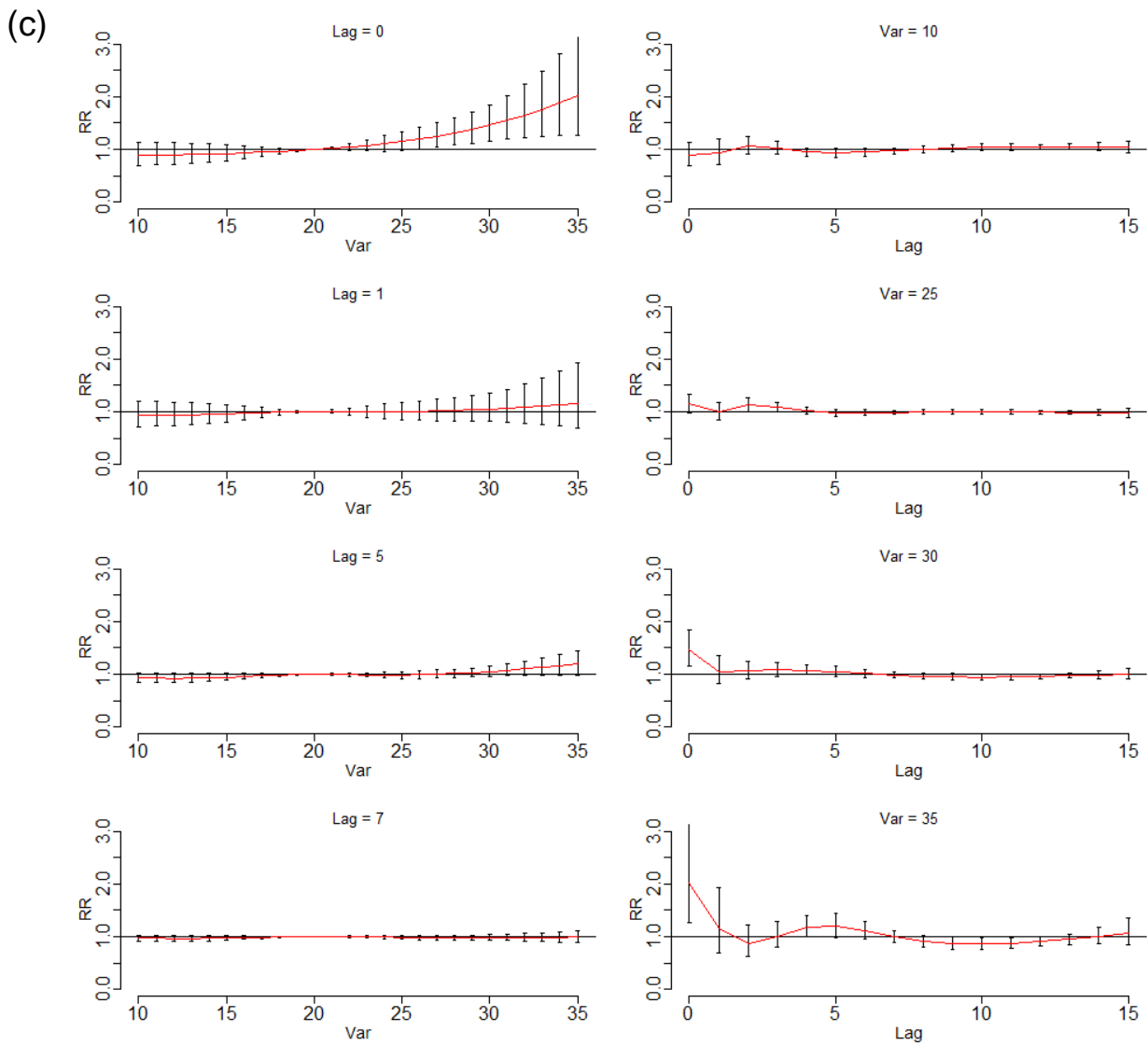


図 7-1. c) 北海道における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

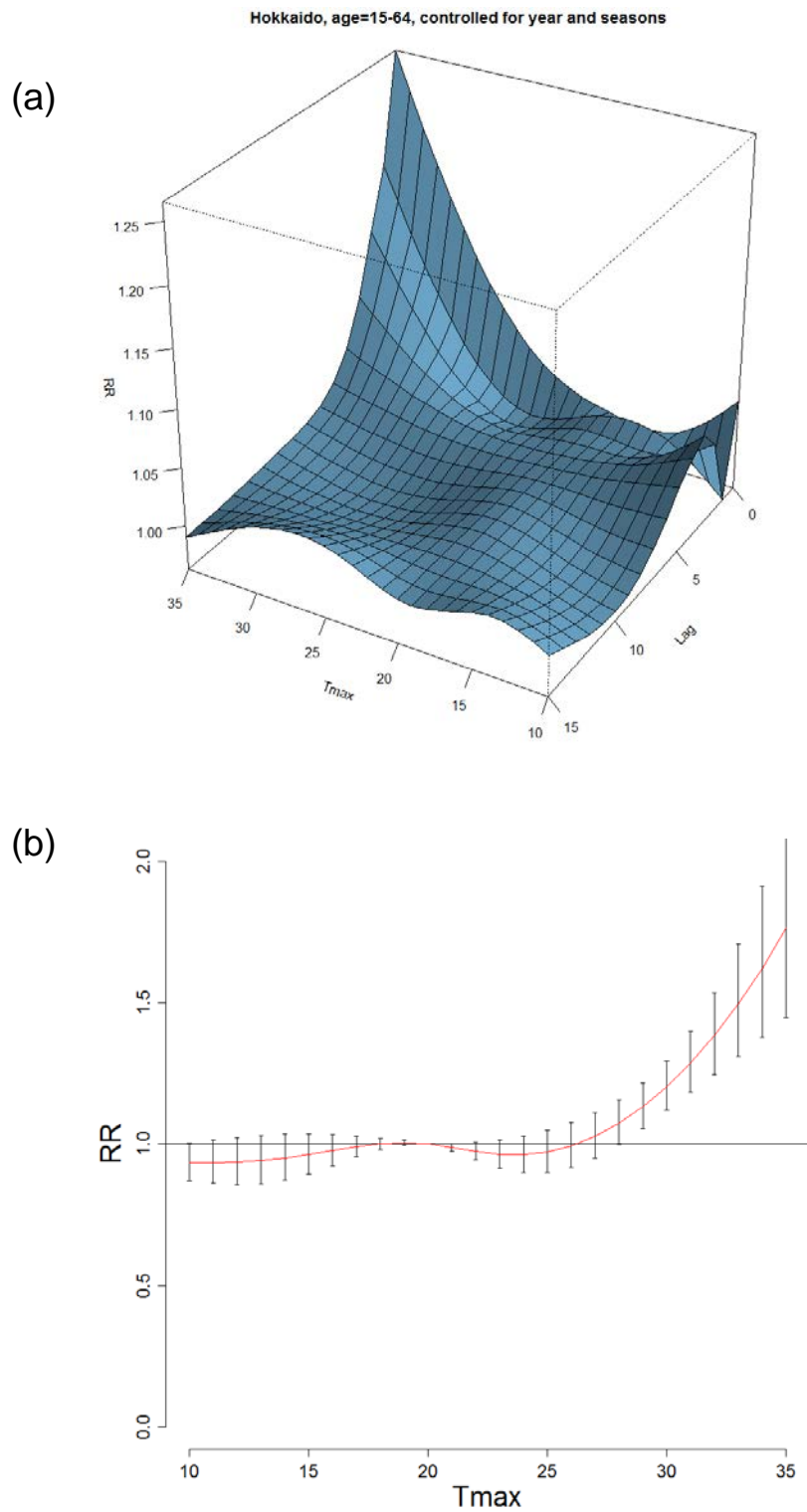


図 7-2. a) 北海道における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

(c)

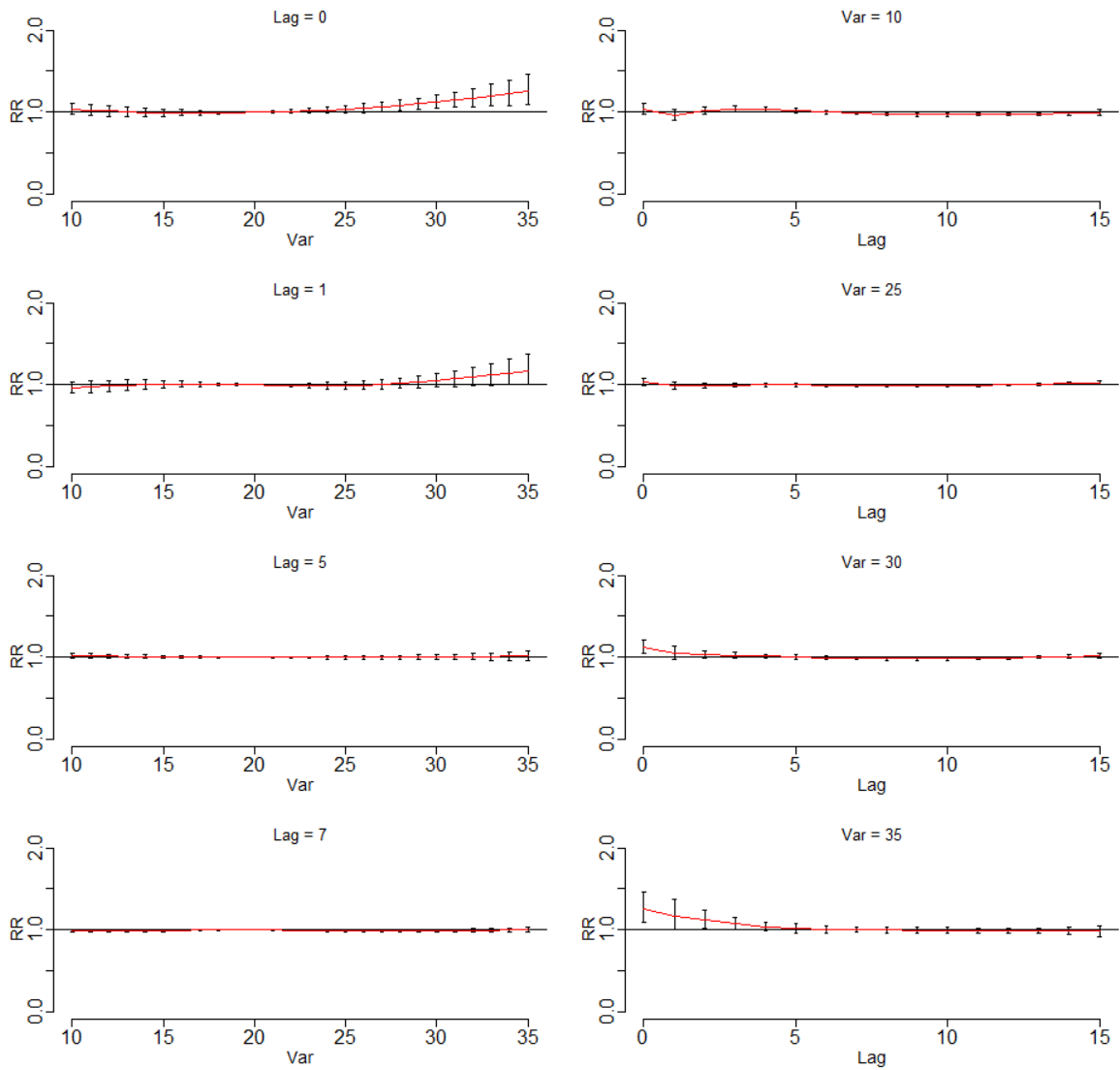


図 7-2. c) 北海道における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

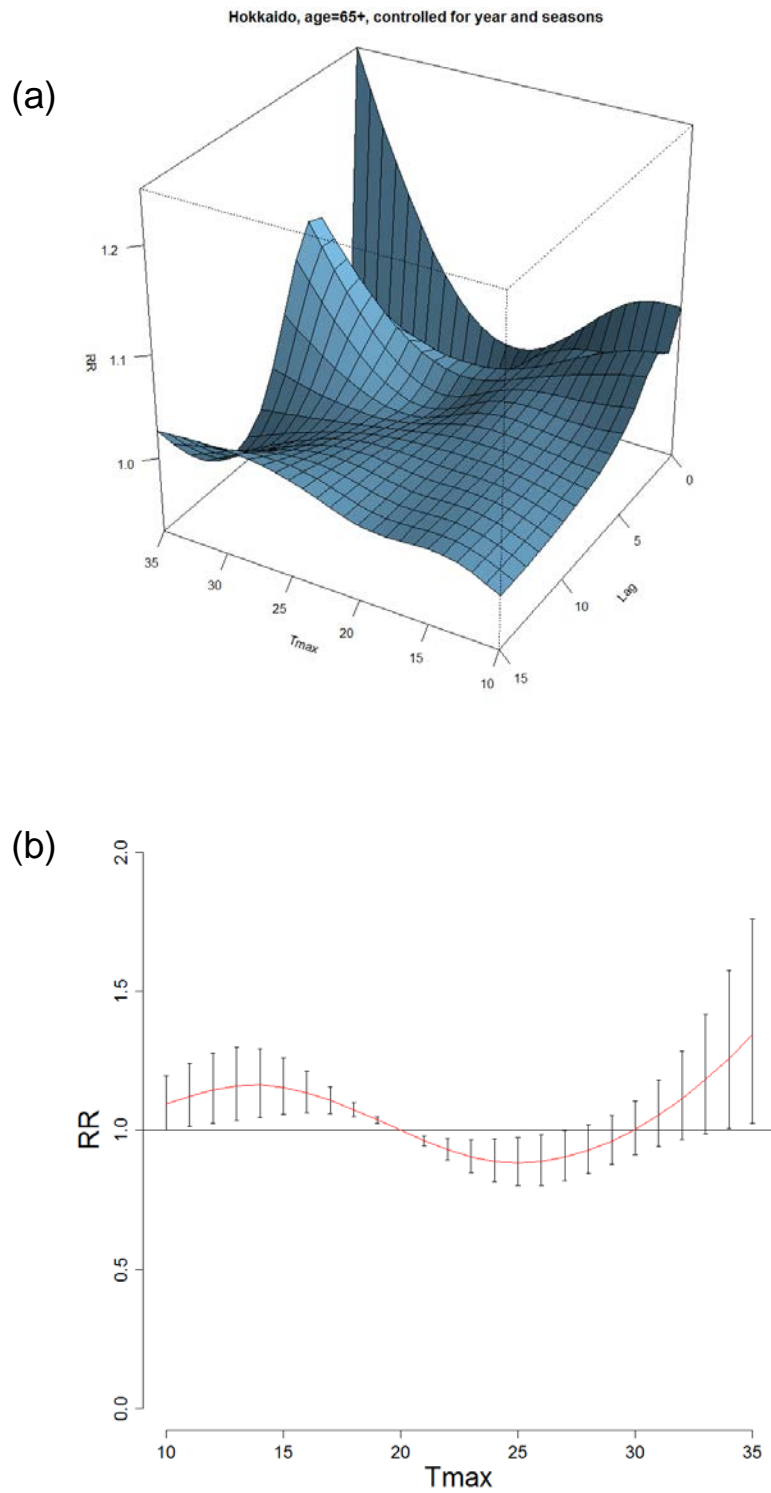


図 7-3. a) 北海道における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax:日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

(c)

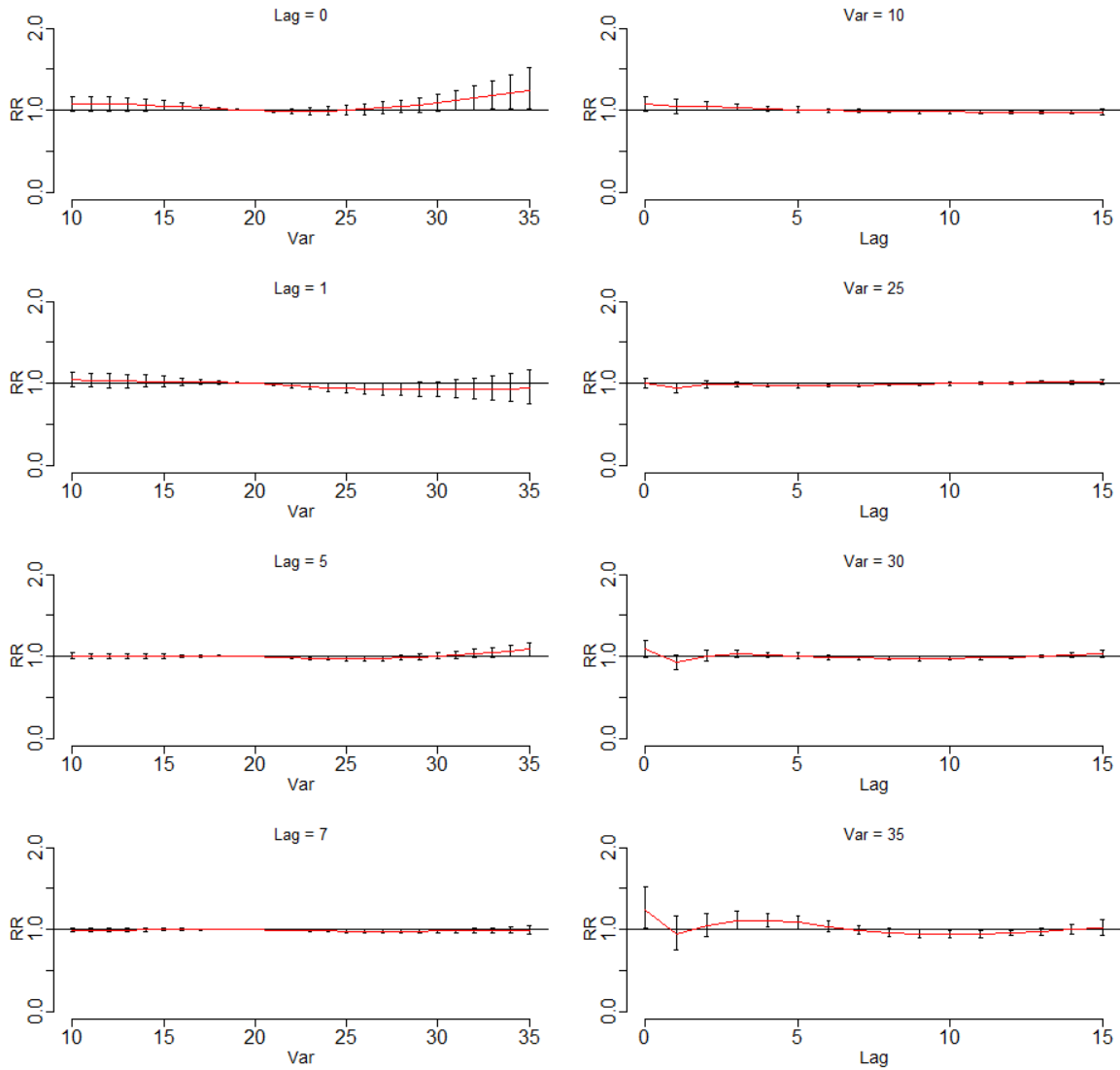


図 7-3. c) 北海道における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

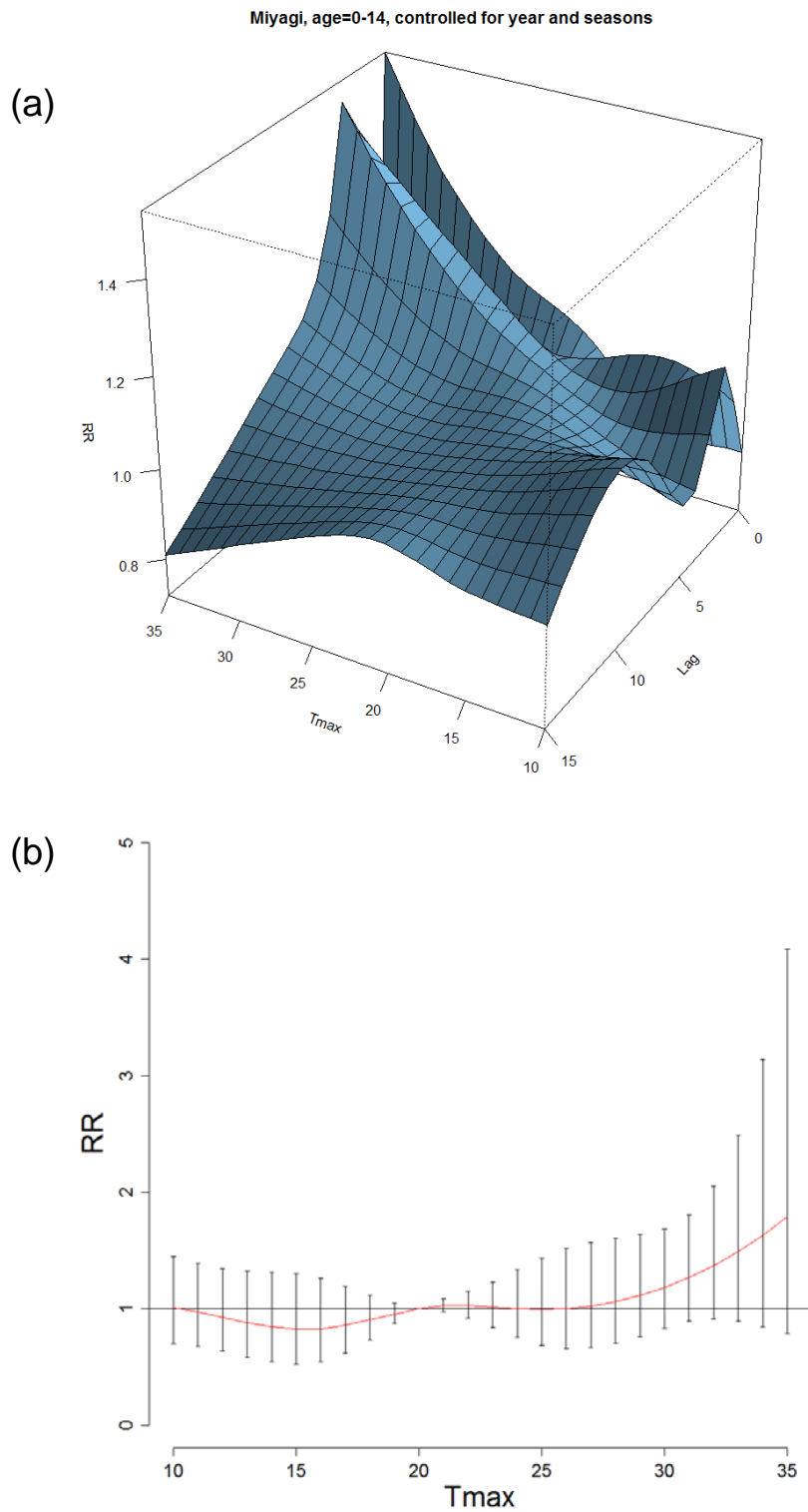


図 7-4. a) 宮城県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

(c)

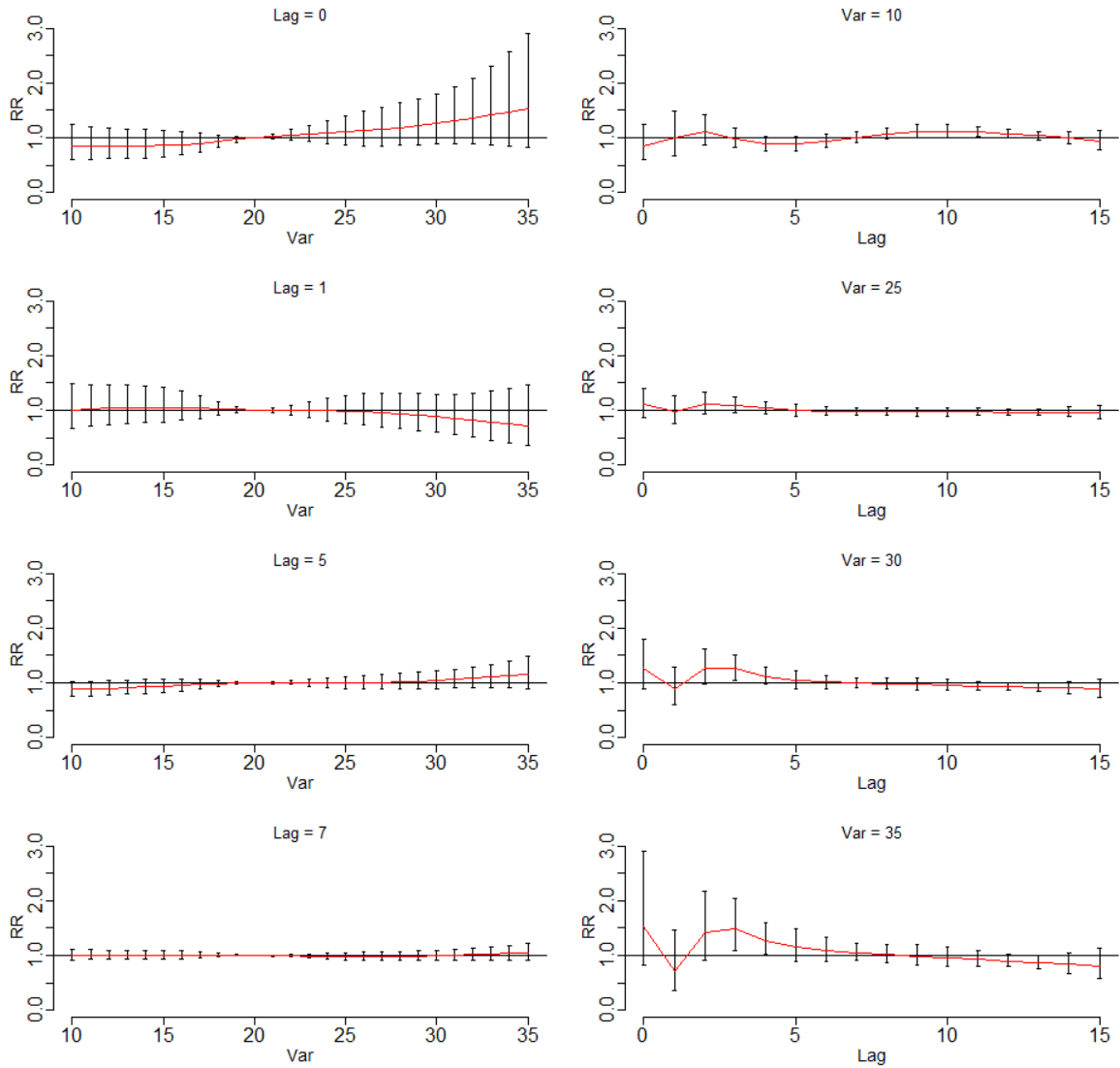


図 7-4. c) 宮城県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

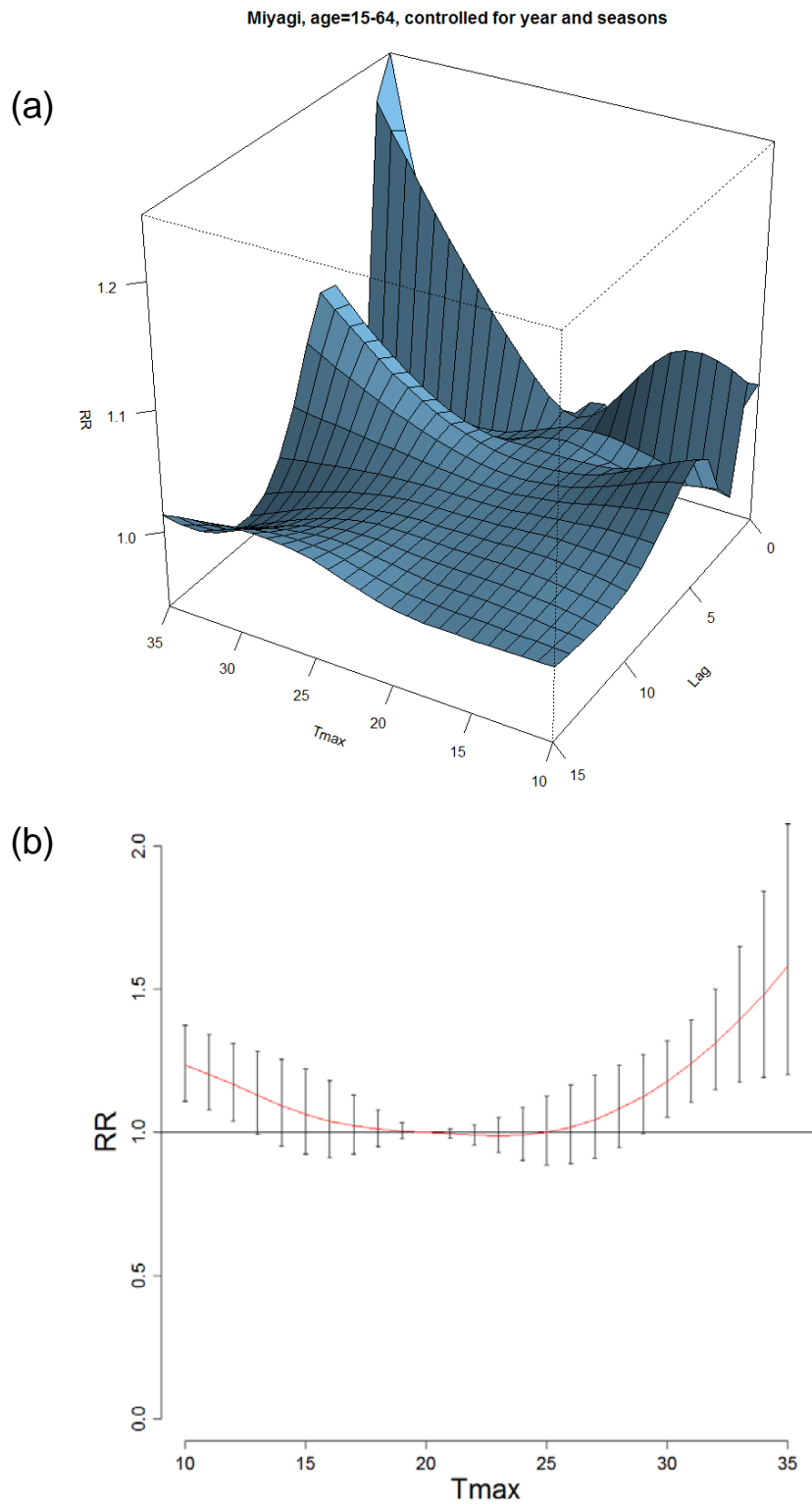


図 7-5. a) 宮城県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)

b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

(c)

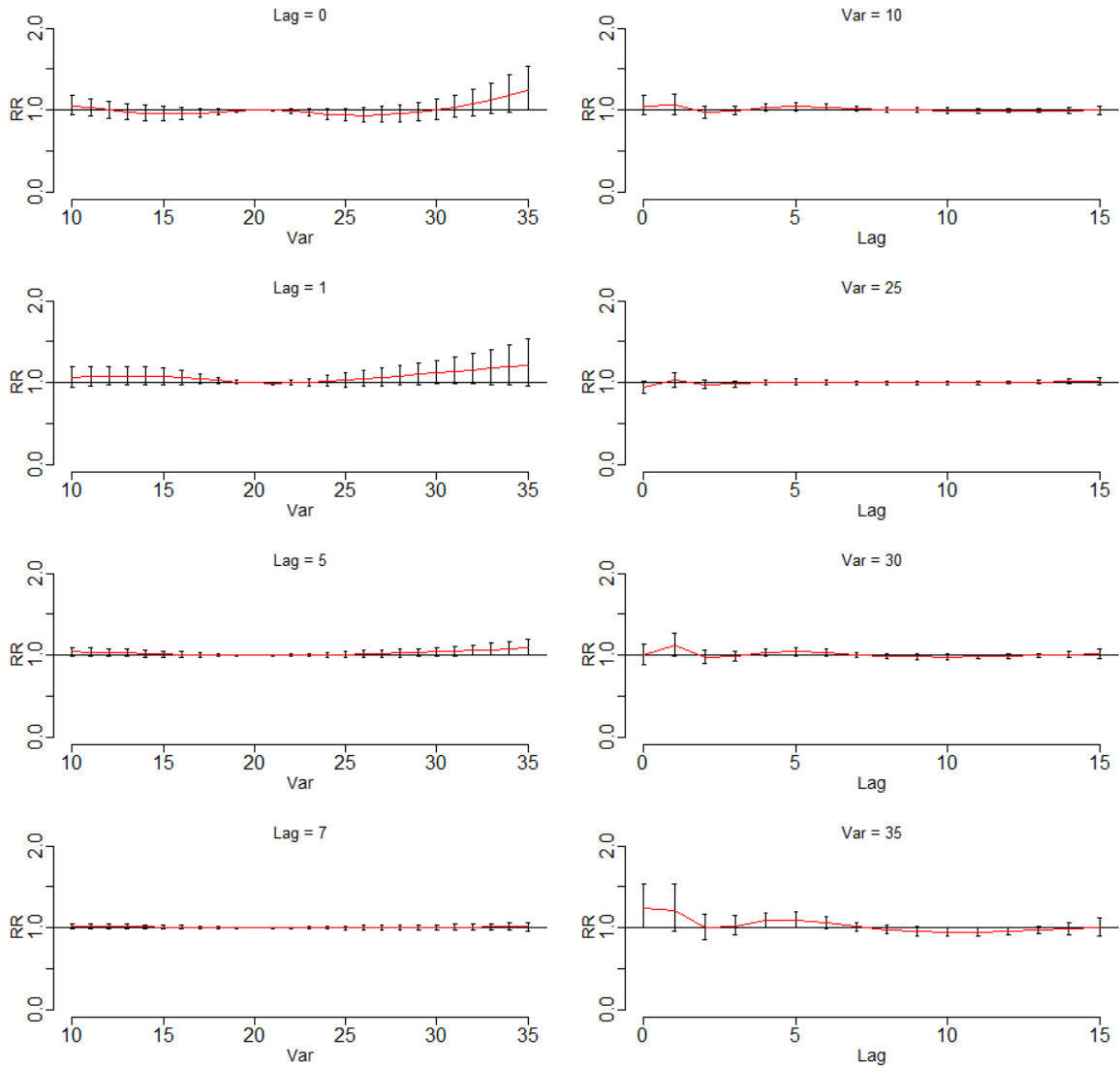


図 7-5. C) 宮城県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

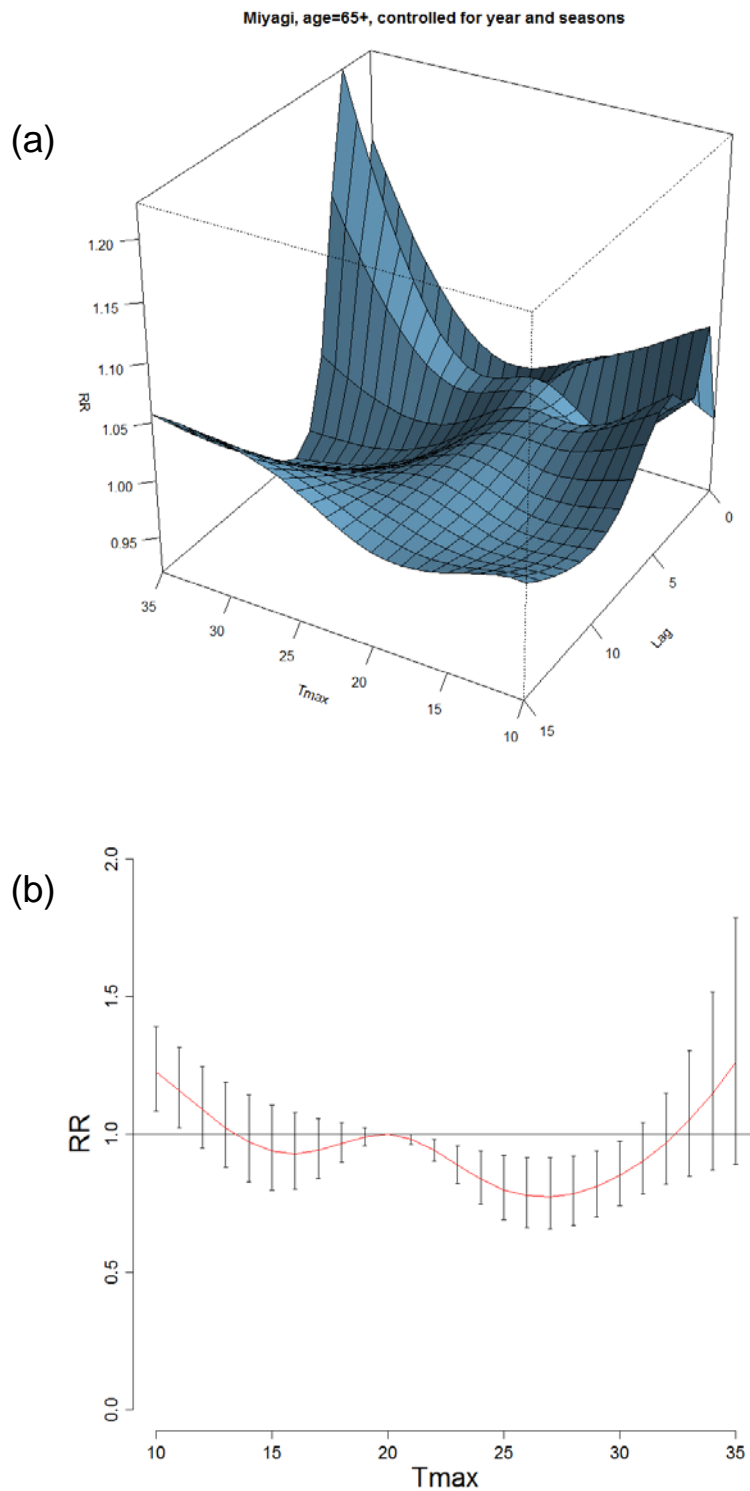


図 7-6. a) 宮城県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

(c)

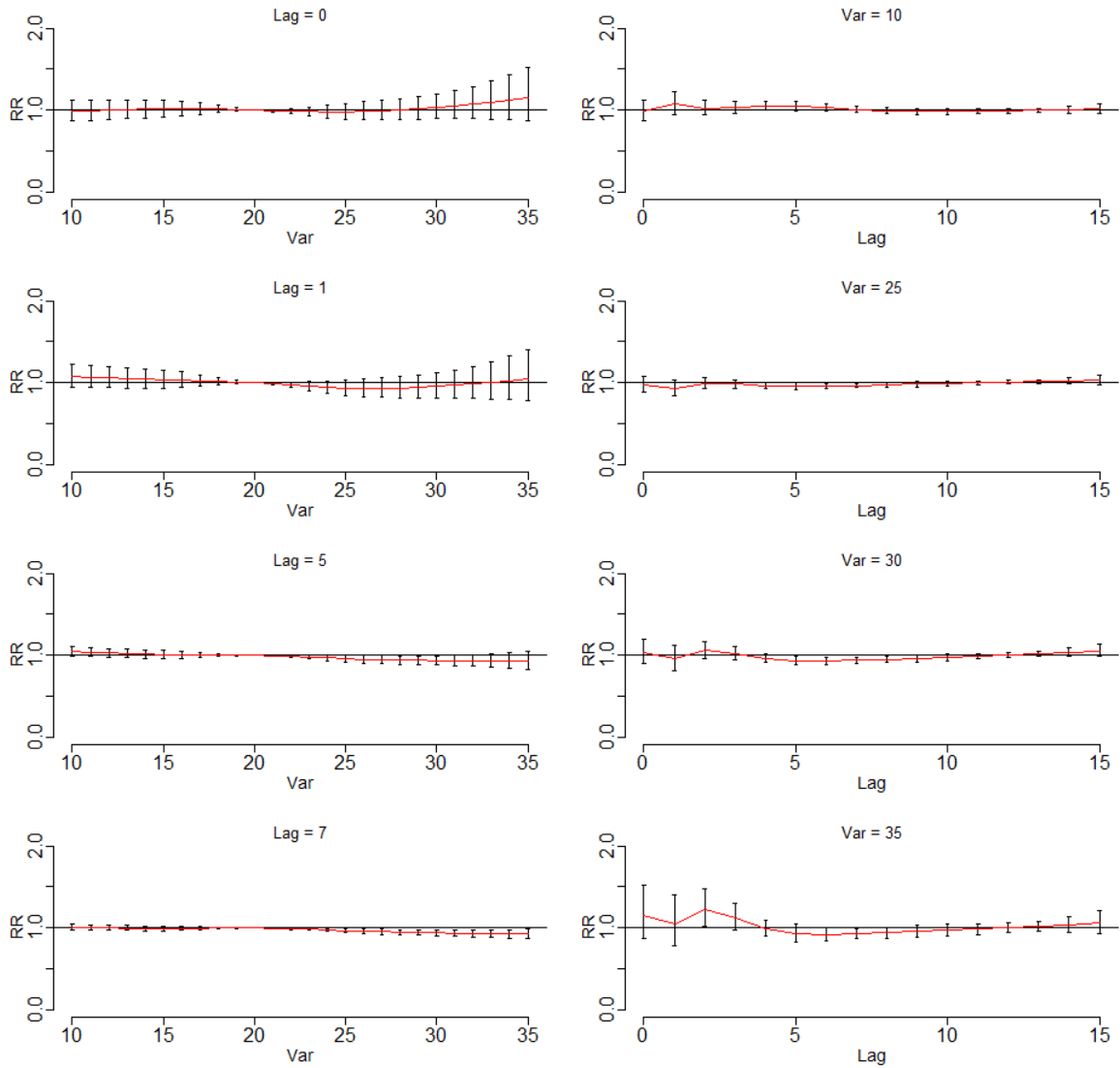


図 7-6. c) 宮城県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

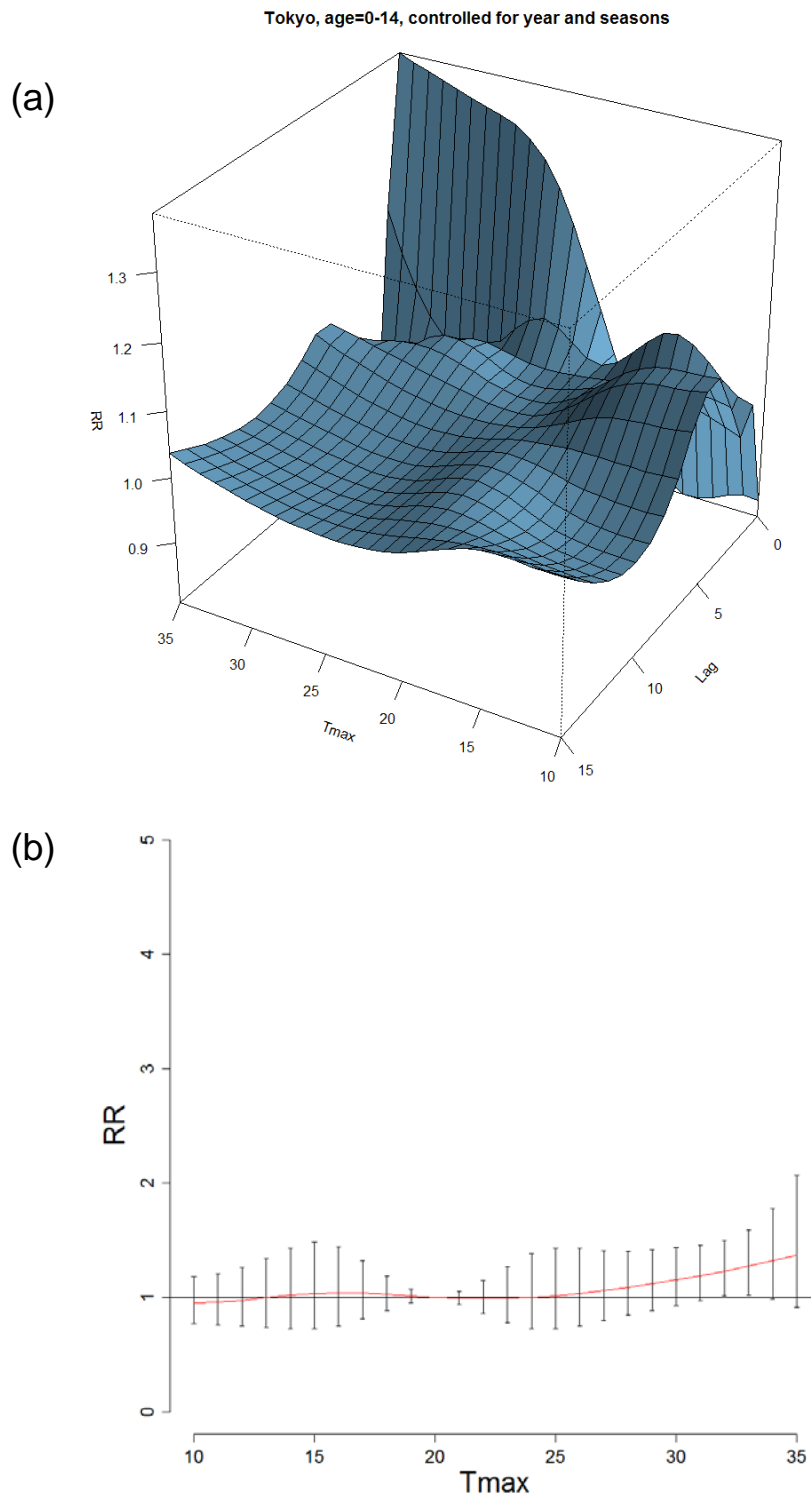


図 7-7. a) 東京都における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

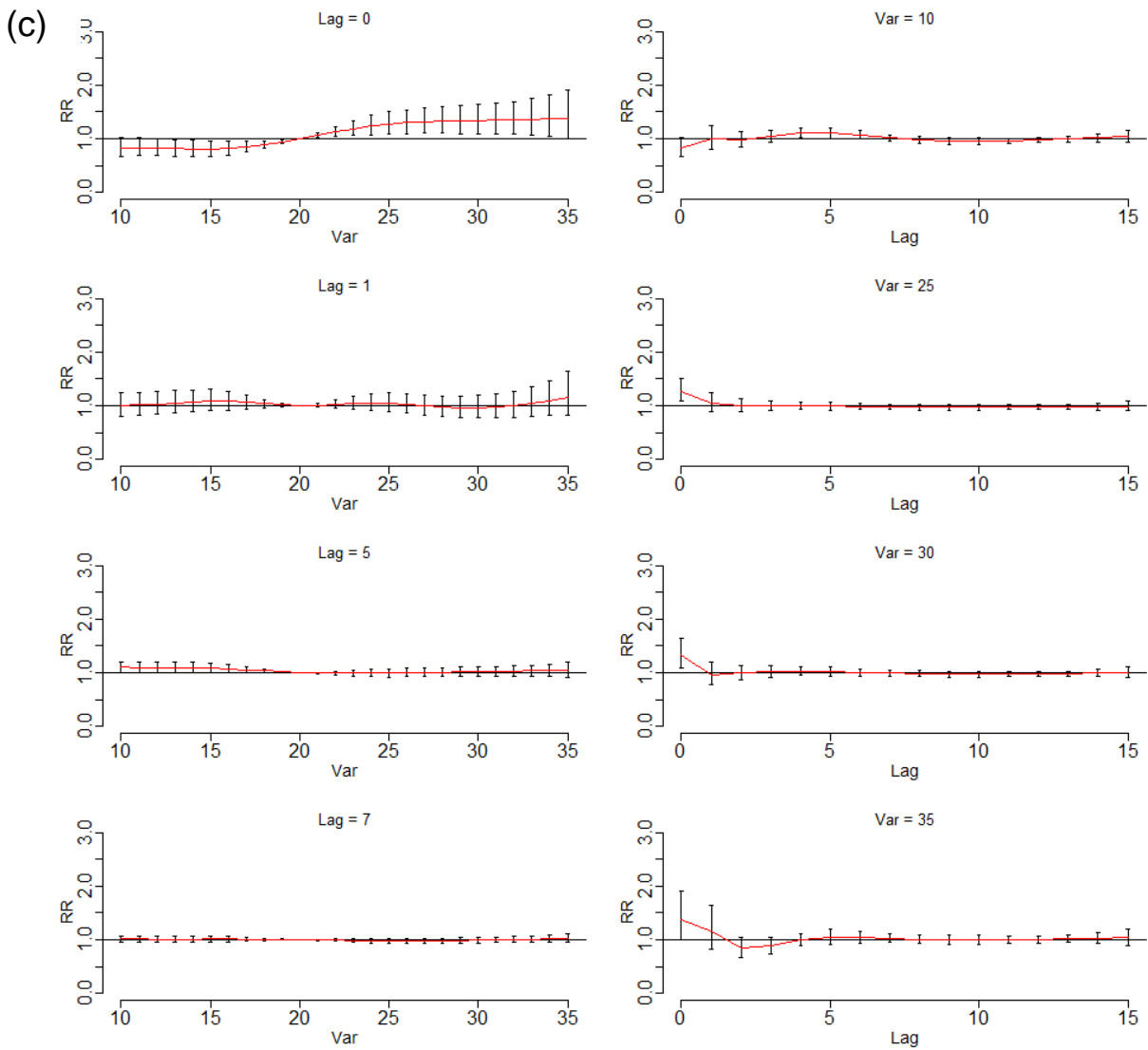


図 7-7. c) 東京都における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

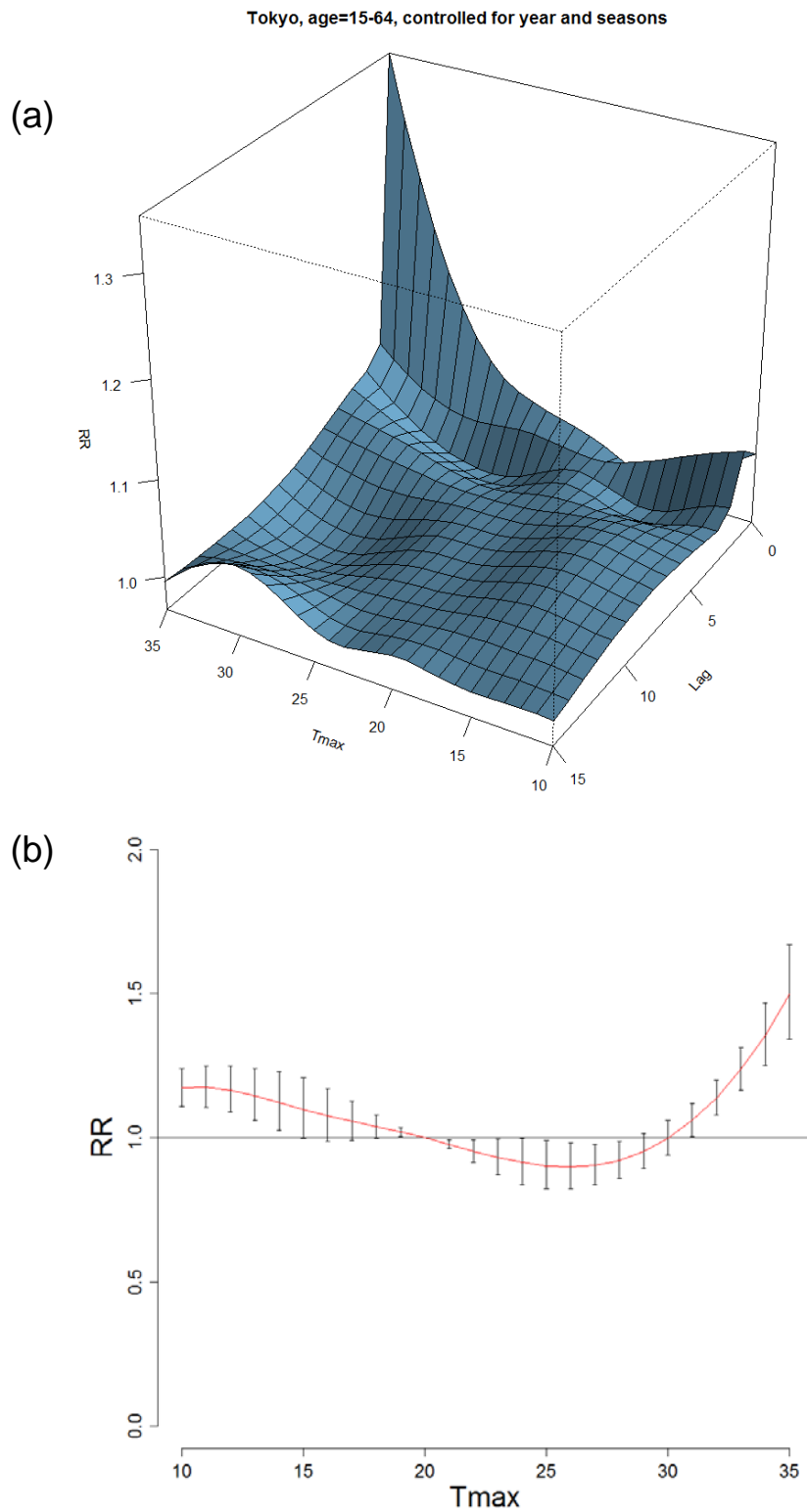


図 7-8. a) 東京都における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

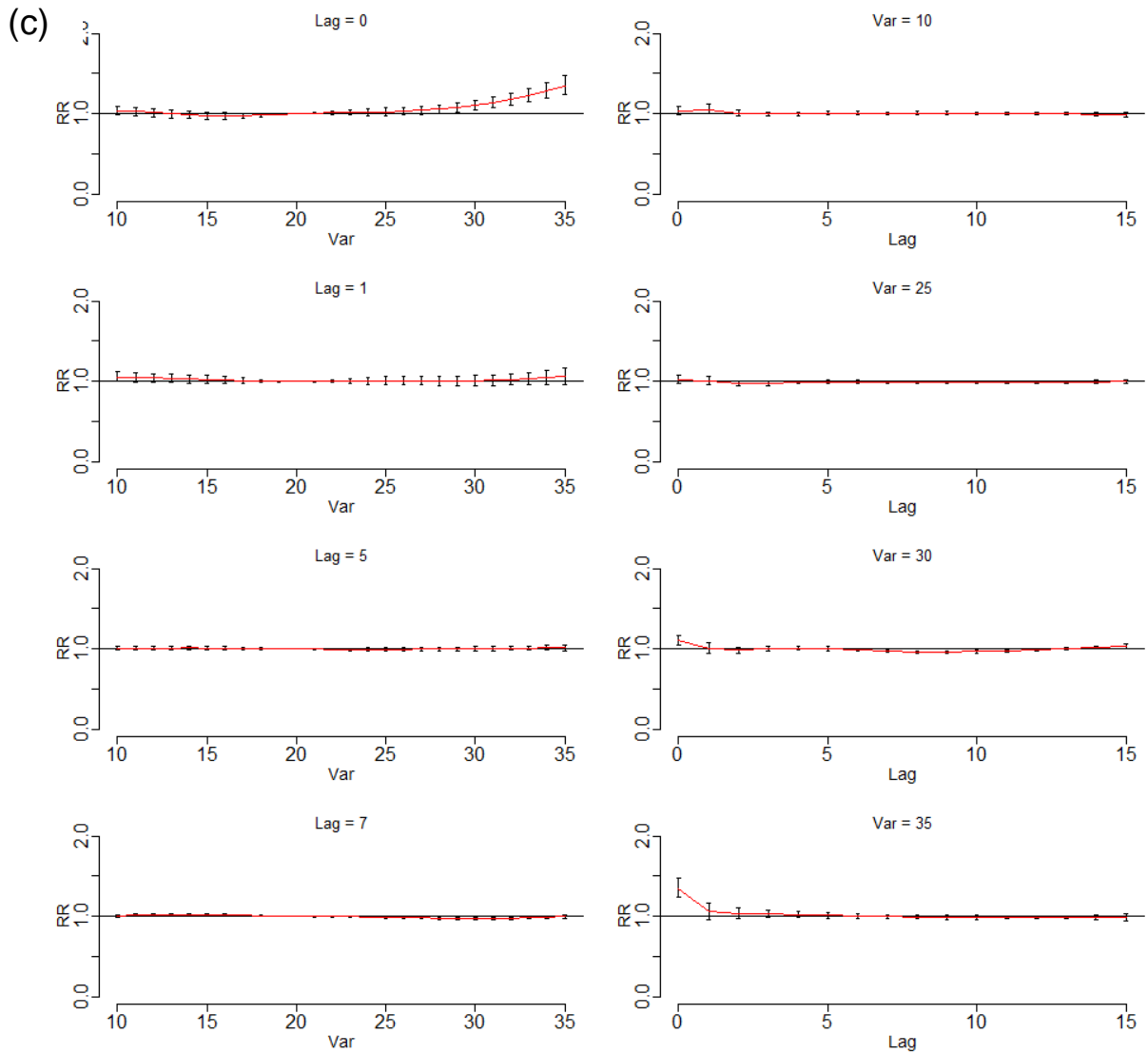


図 7-8. 東京都における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

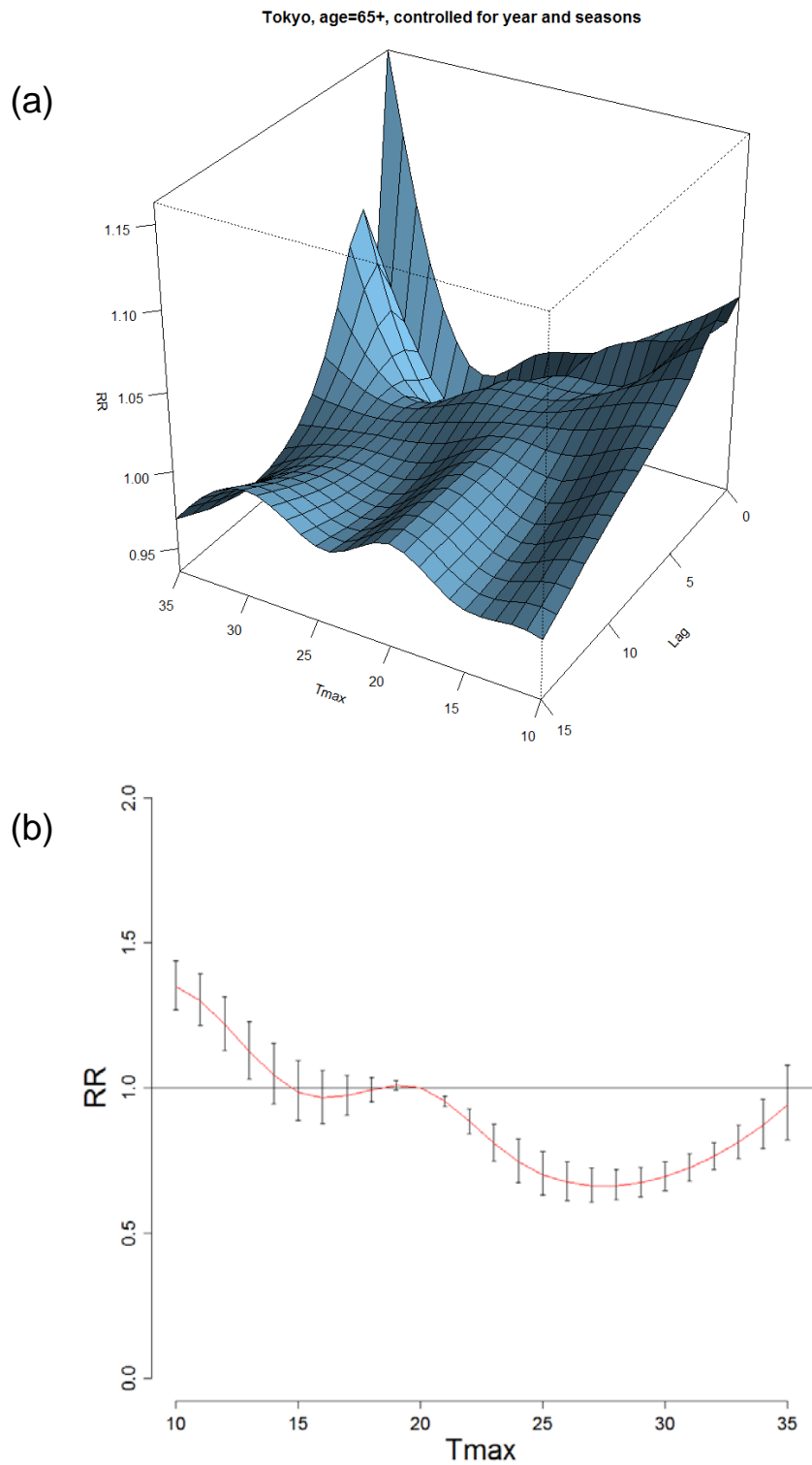


図 7-9. a) 東京都における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

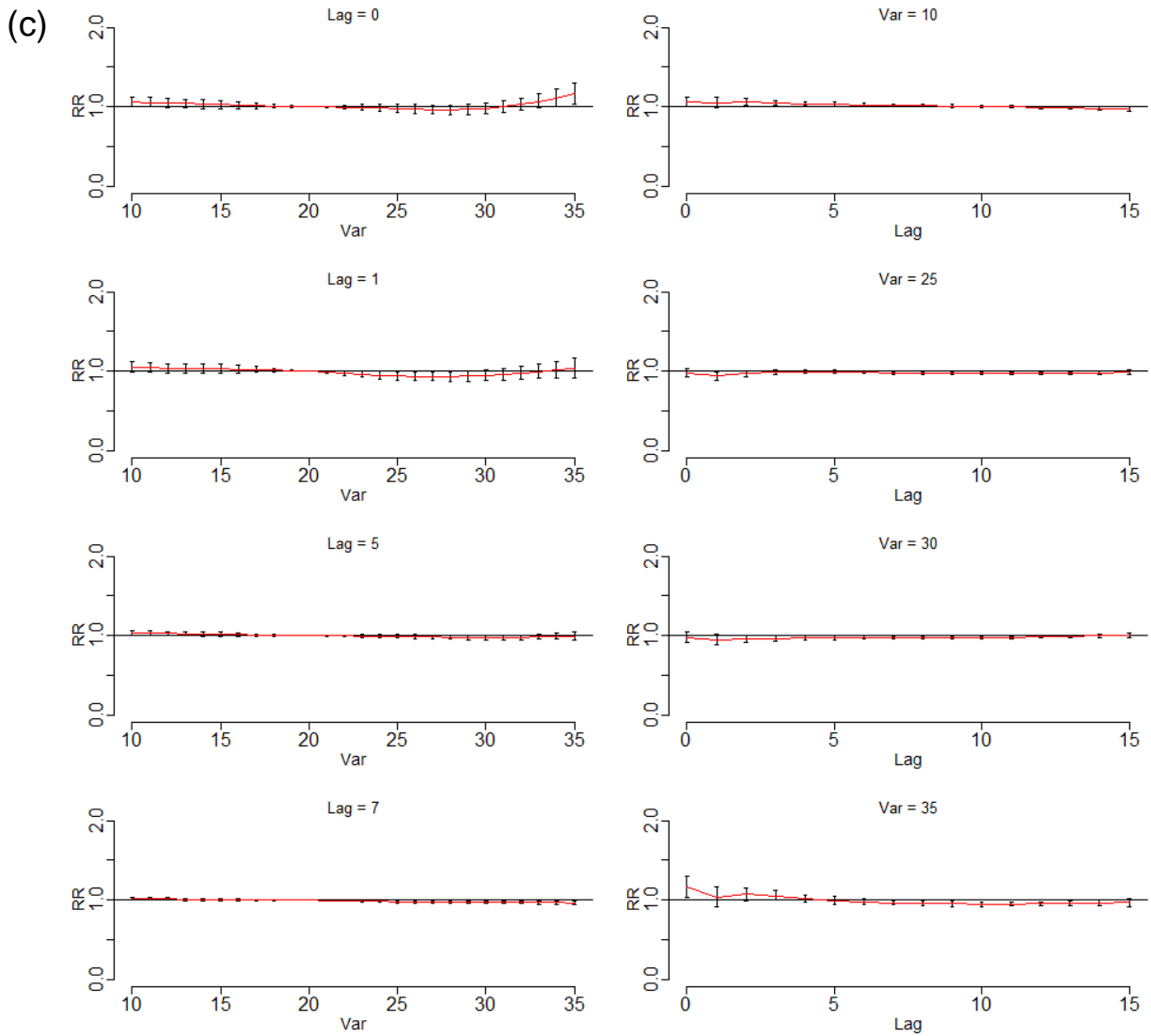


図 7-9. c) 東京都における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

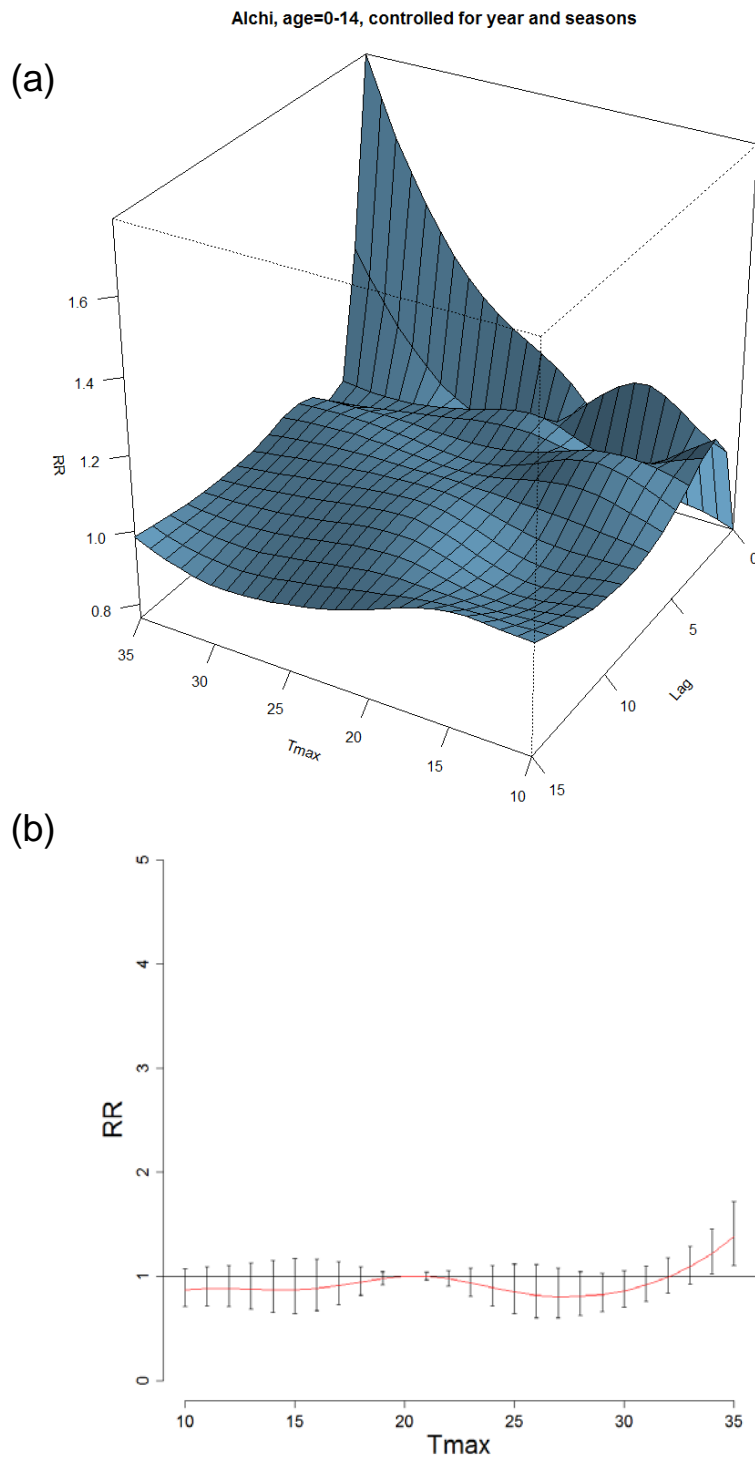


図 7-10. a) 愛知県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

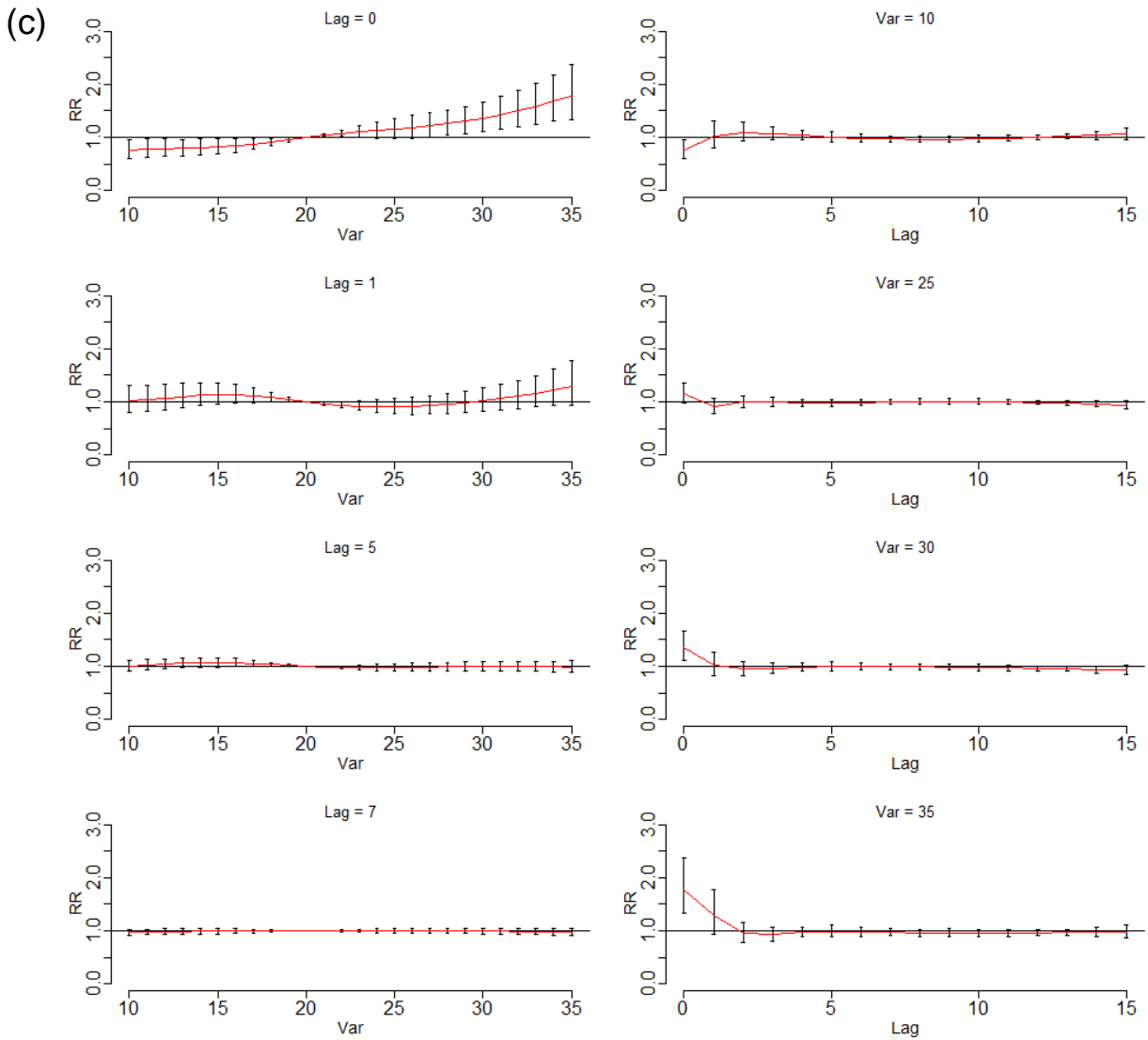


図 7-10. 愛知県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

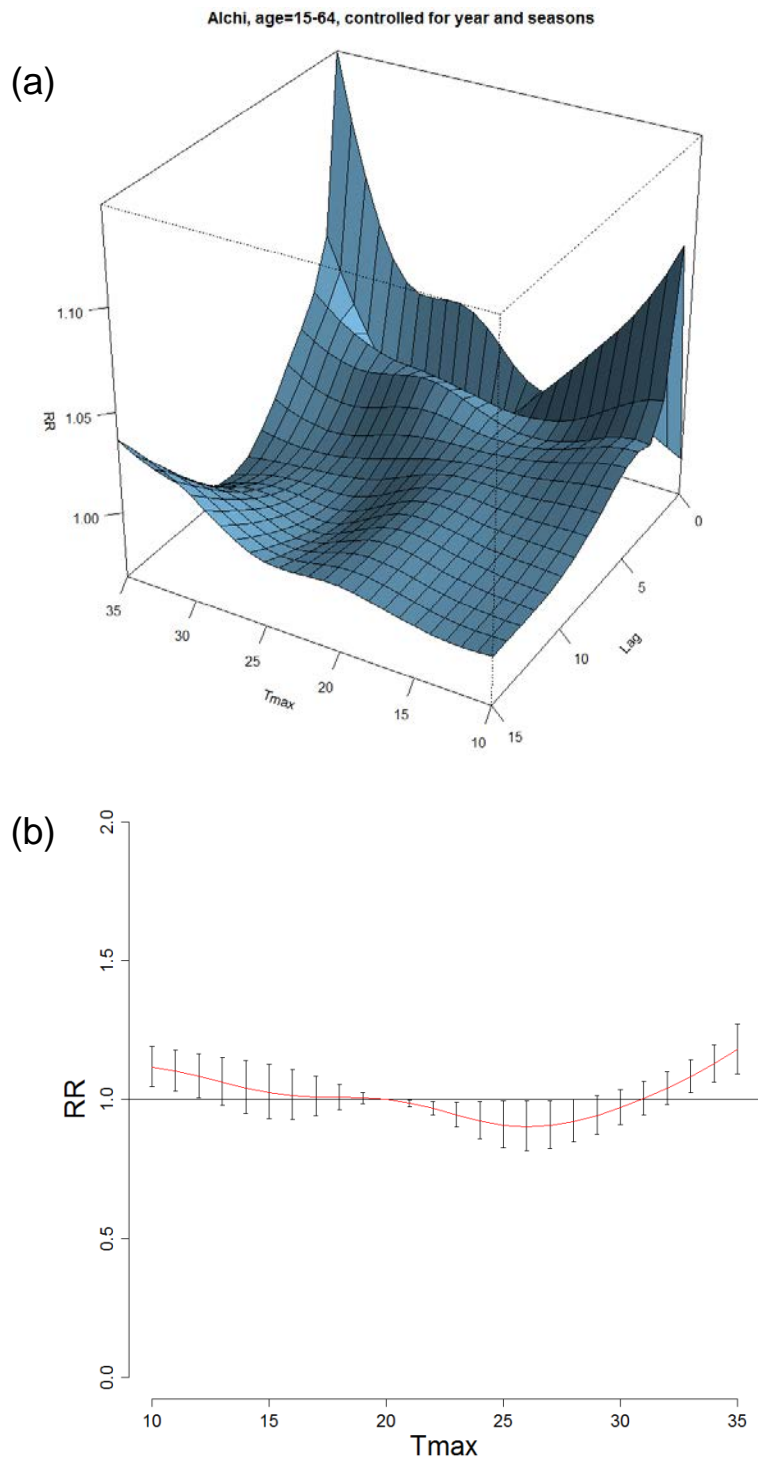


図 7-11. a) 愛知県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)

b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax: 日最高気温 (°C)

RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

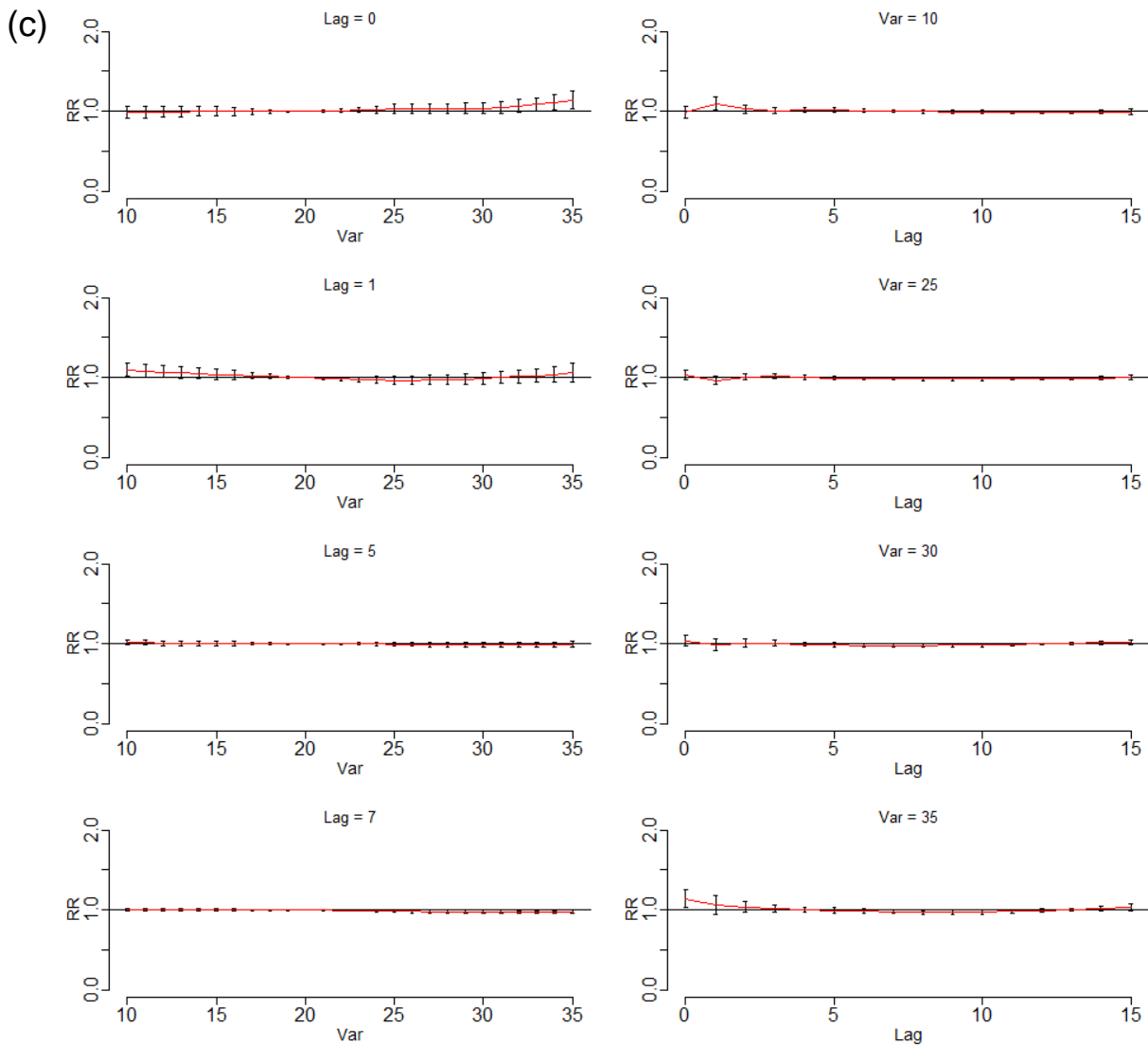


図 7-11. 愛知県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

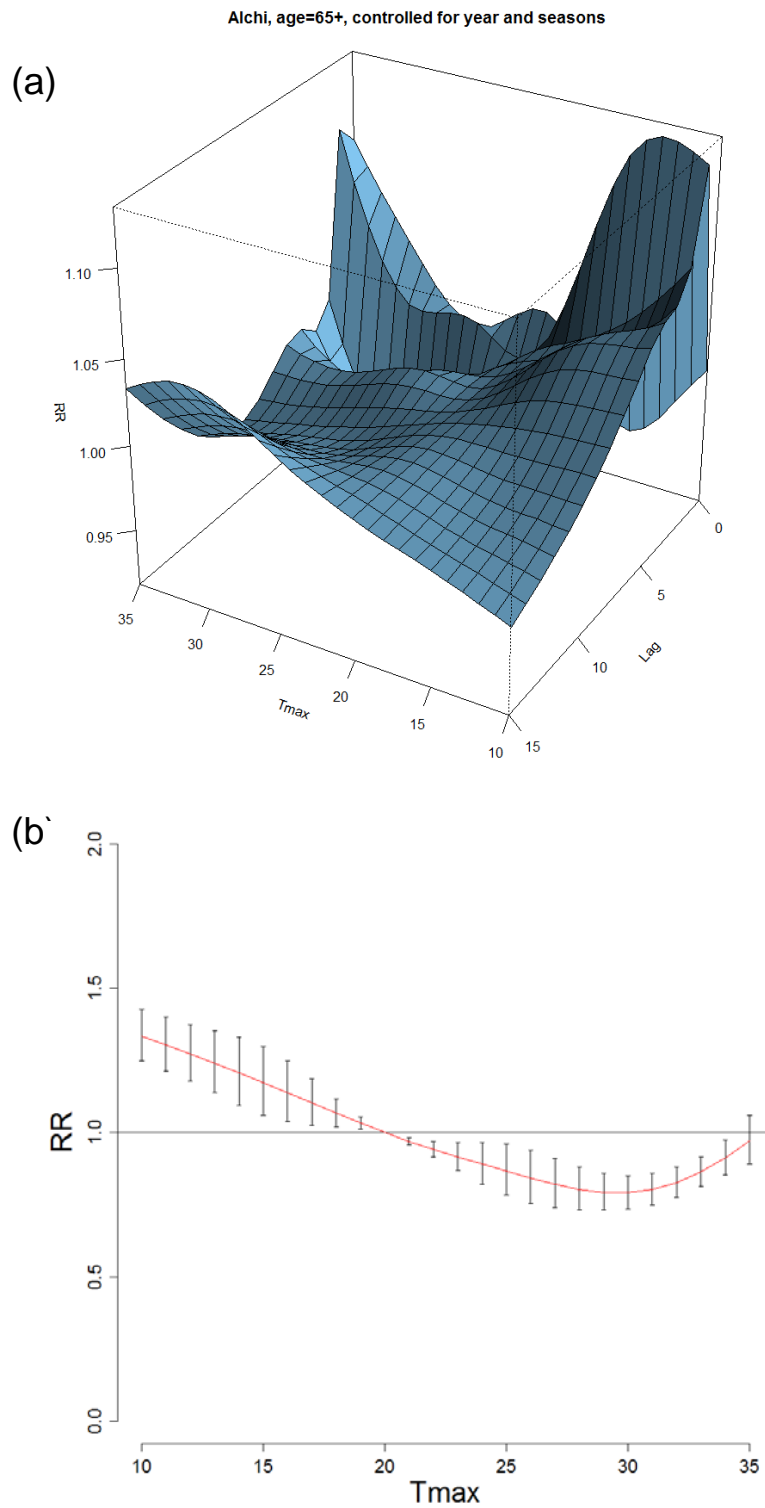


図 7-12. a) 愛知県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

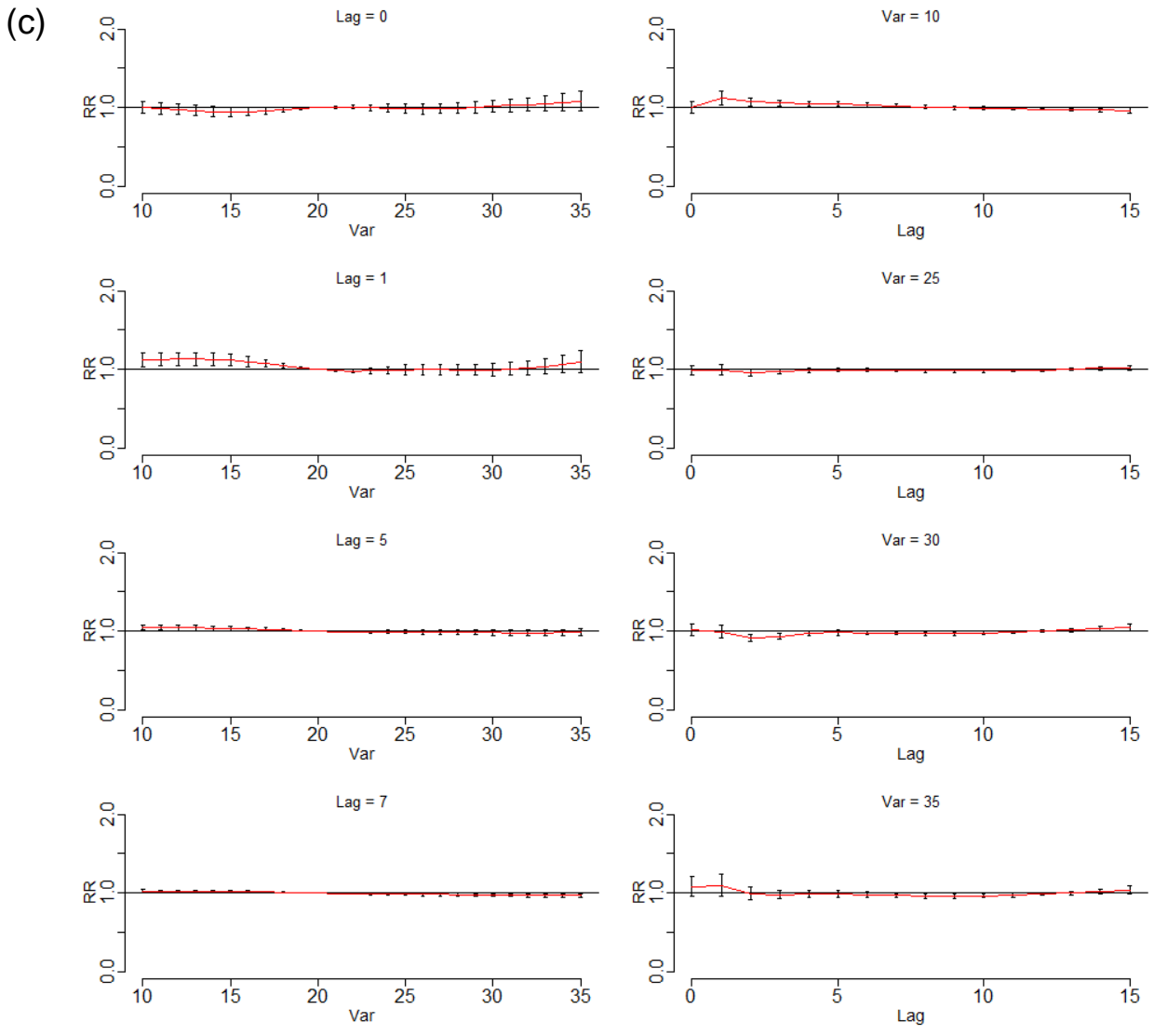


図 7-12. c) 愛知県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)
 左列：ラグ日数と相対危険度の関係
 右列：日最高気温と相対危険度の関係
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Var: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

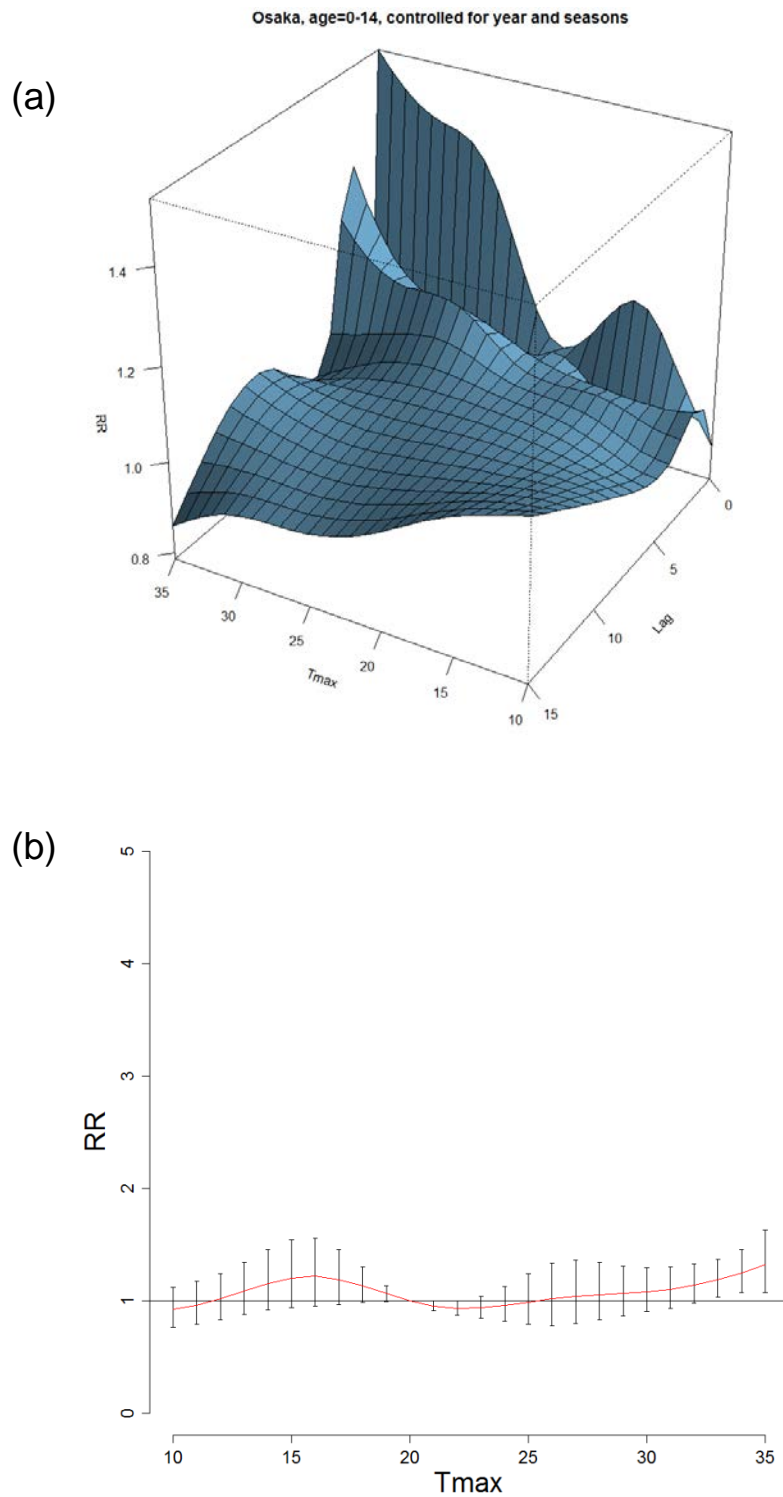


図 7-13. a) 大阪府における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

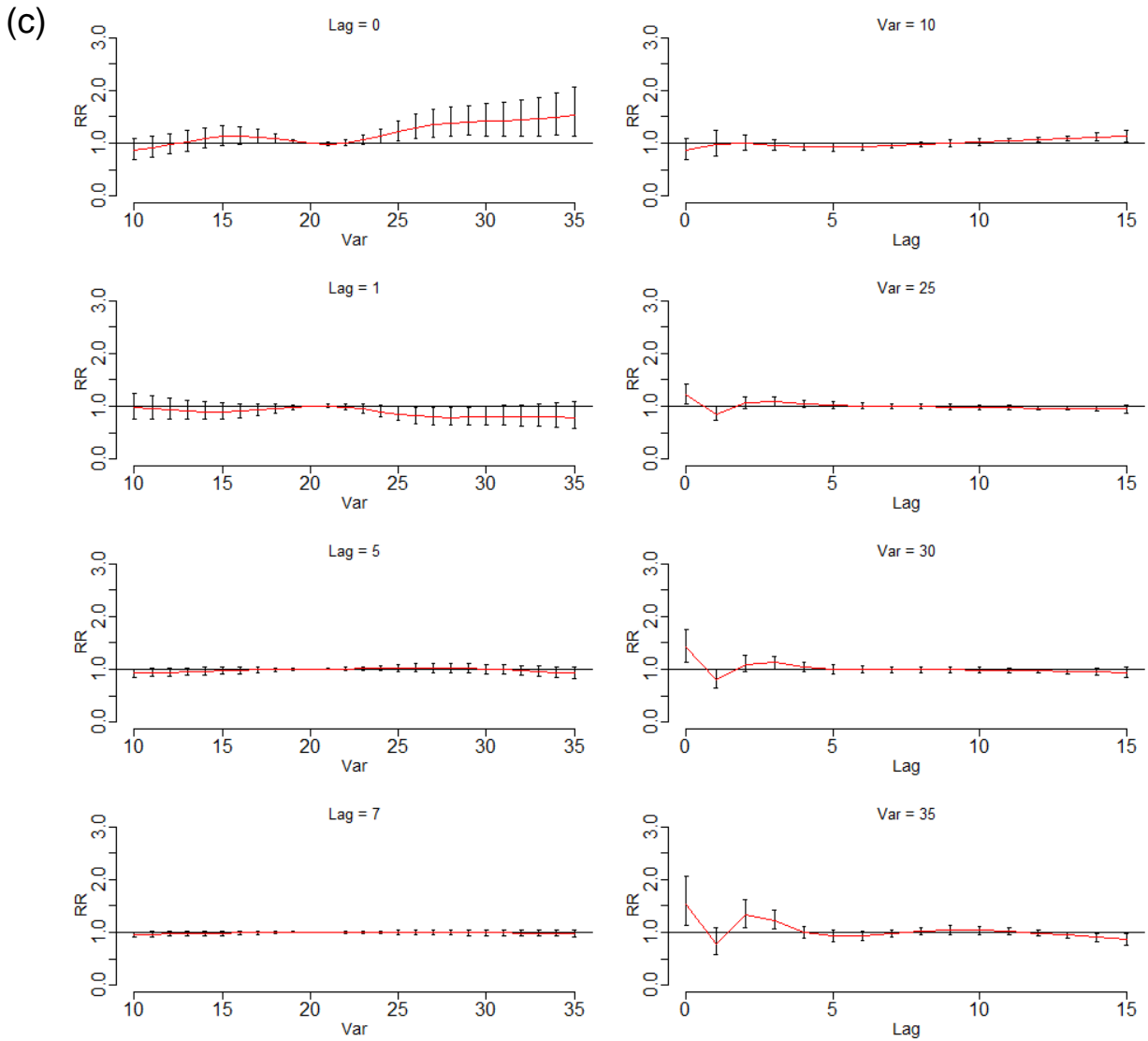


図 7-13. 大阪府における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

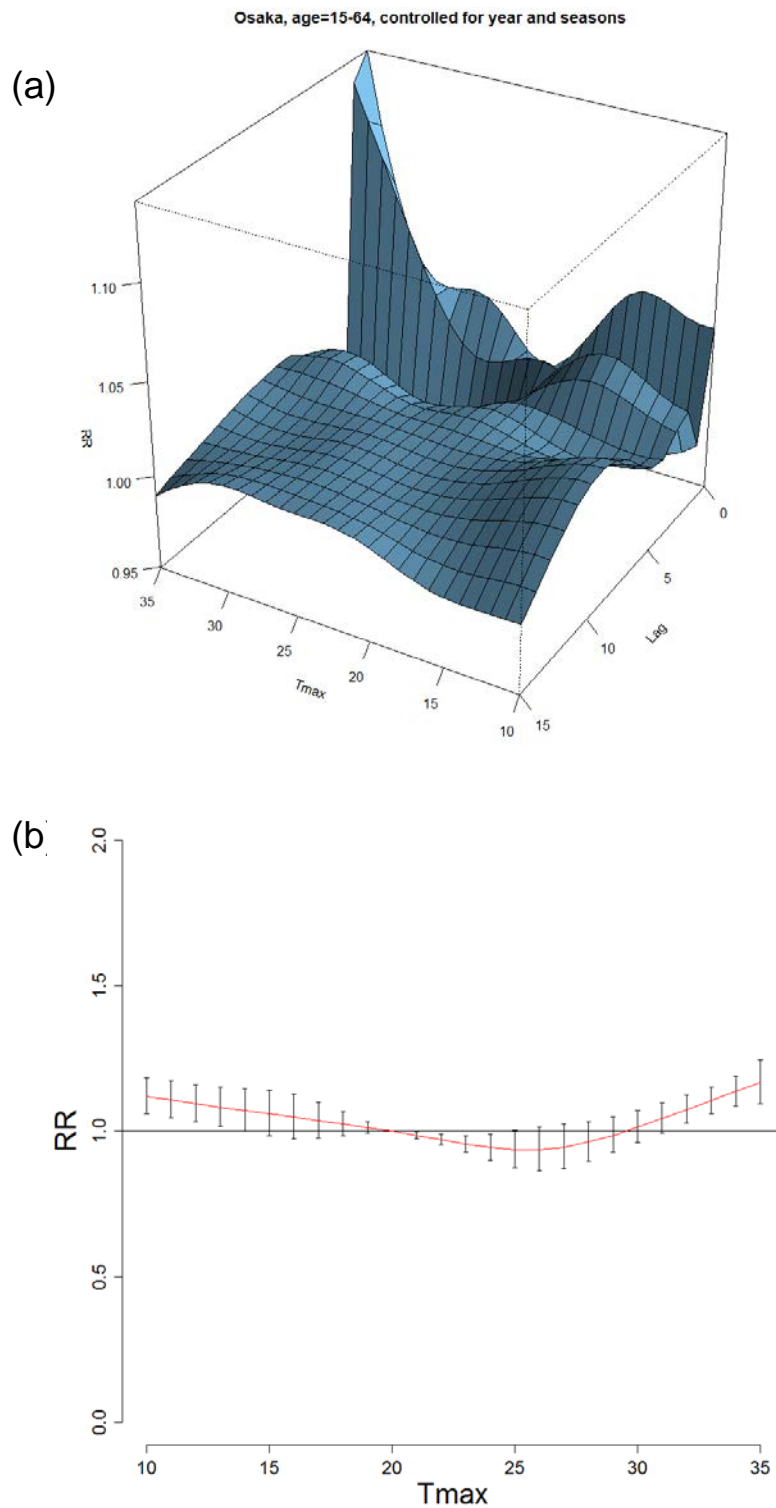


図 7-14. a) 大阪府における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

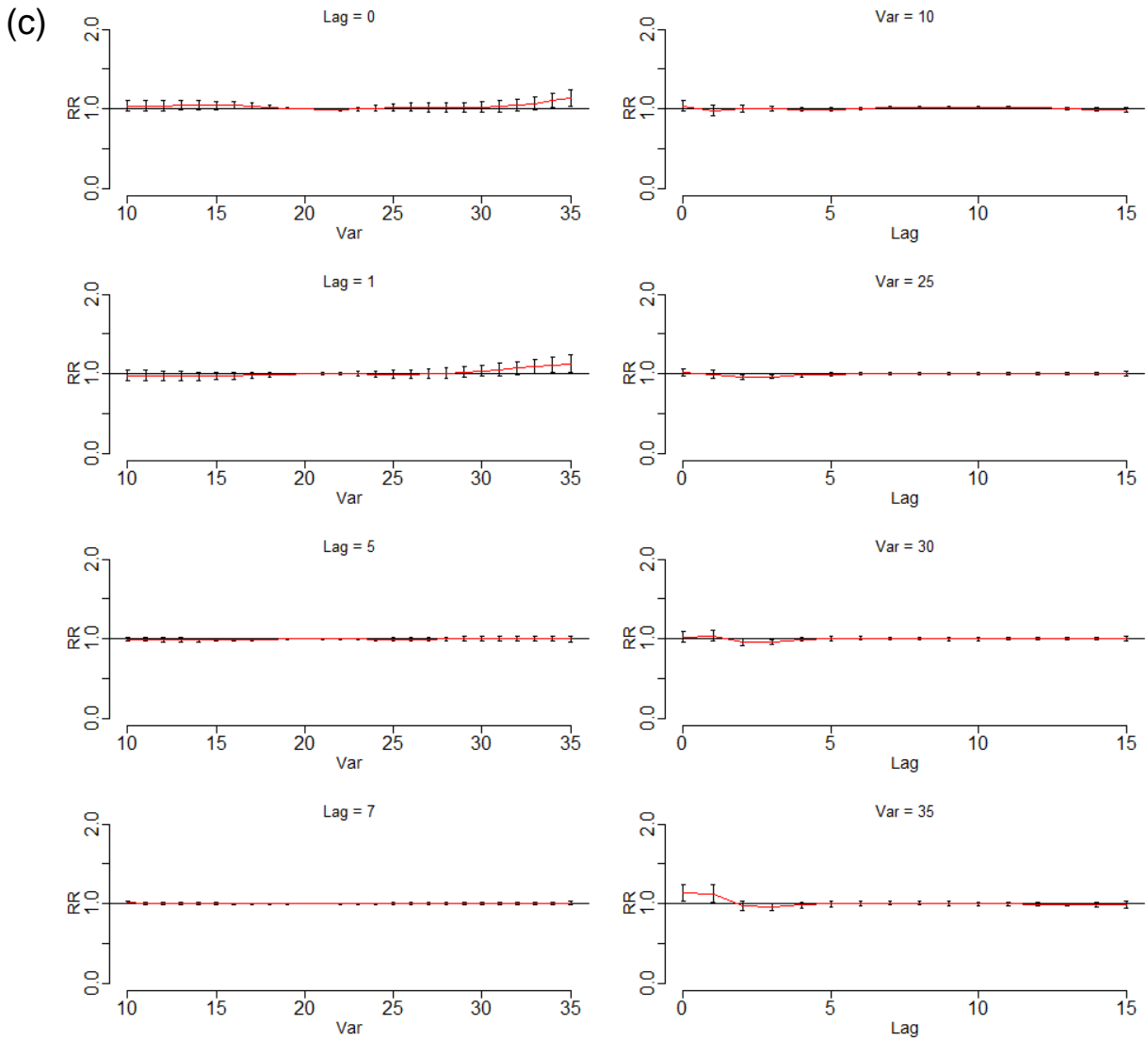


図 7-14. c) 大阪府における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

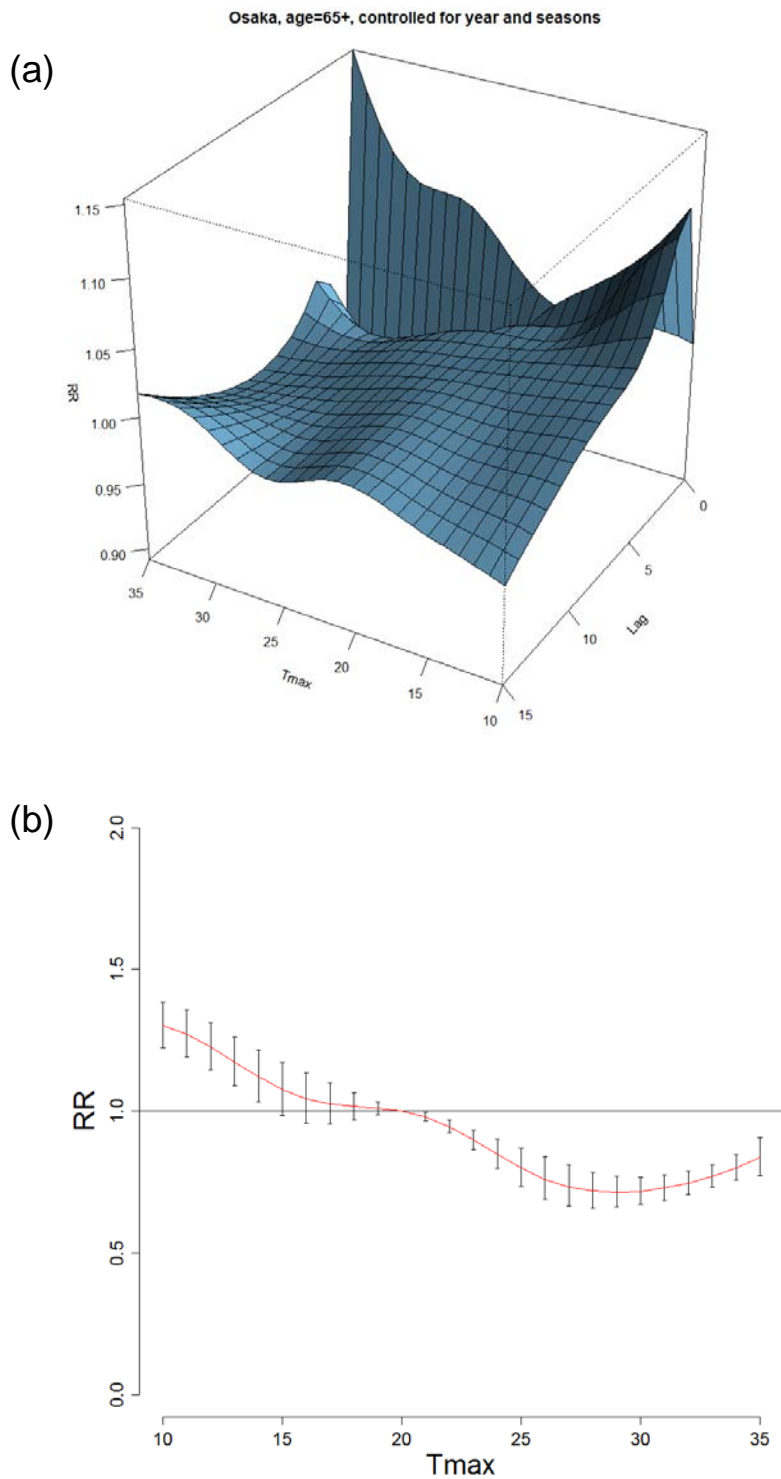


図 7-15. a) 大阪府における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

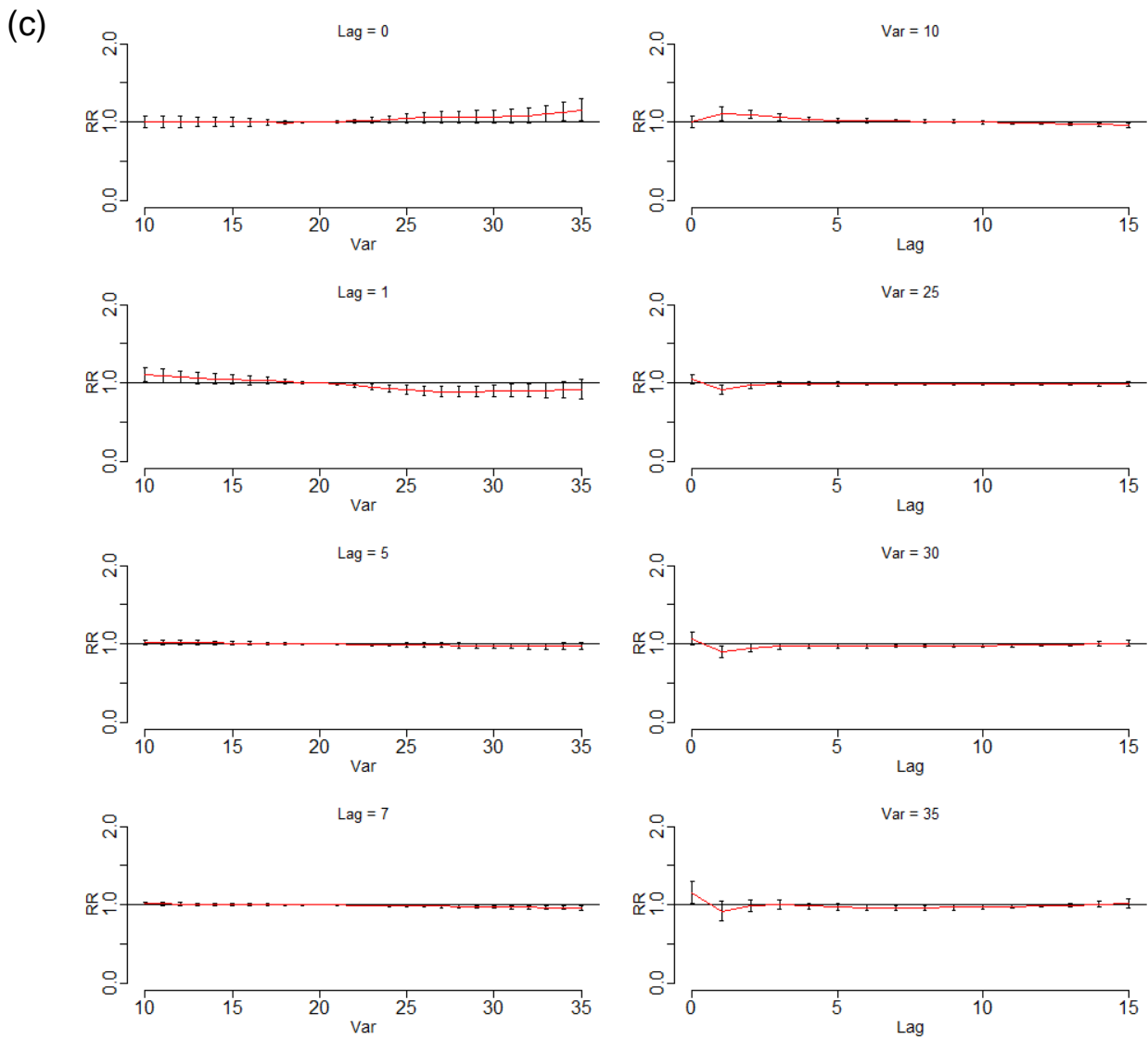


図 7-15. c) 大阪府における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

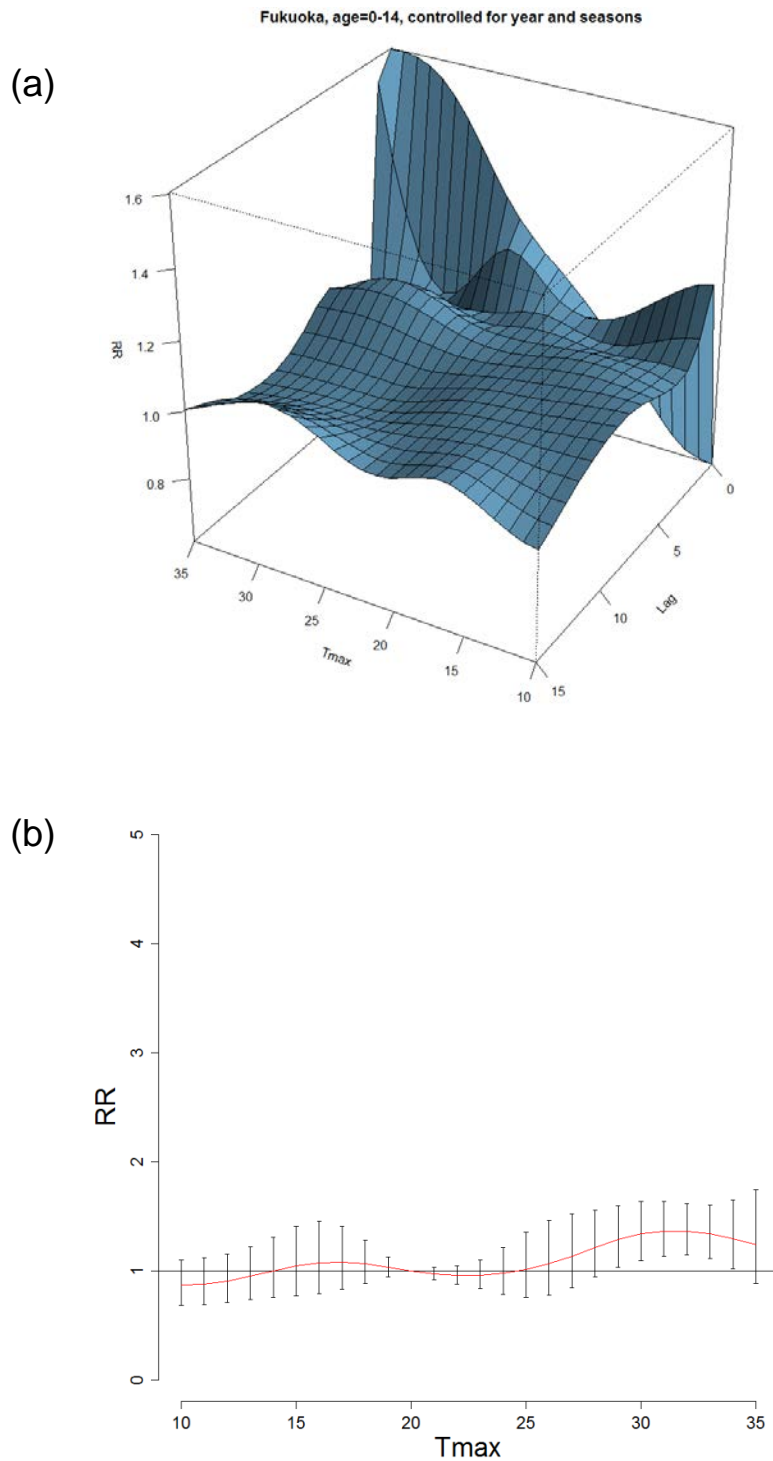


図 7-16. a) 福岡県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

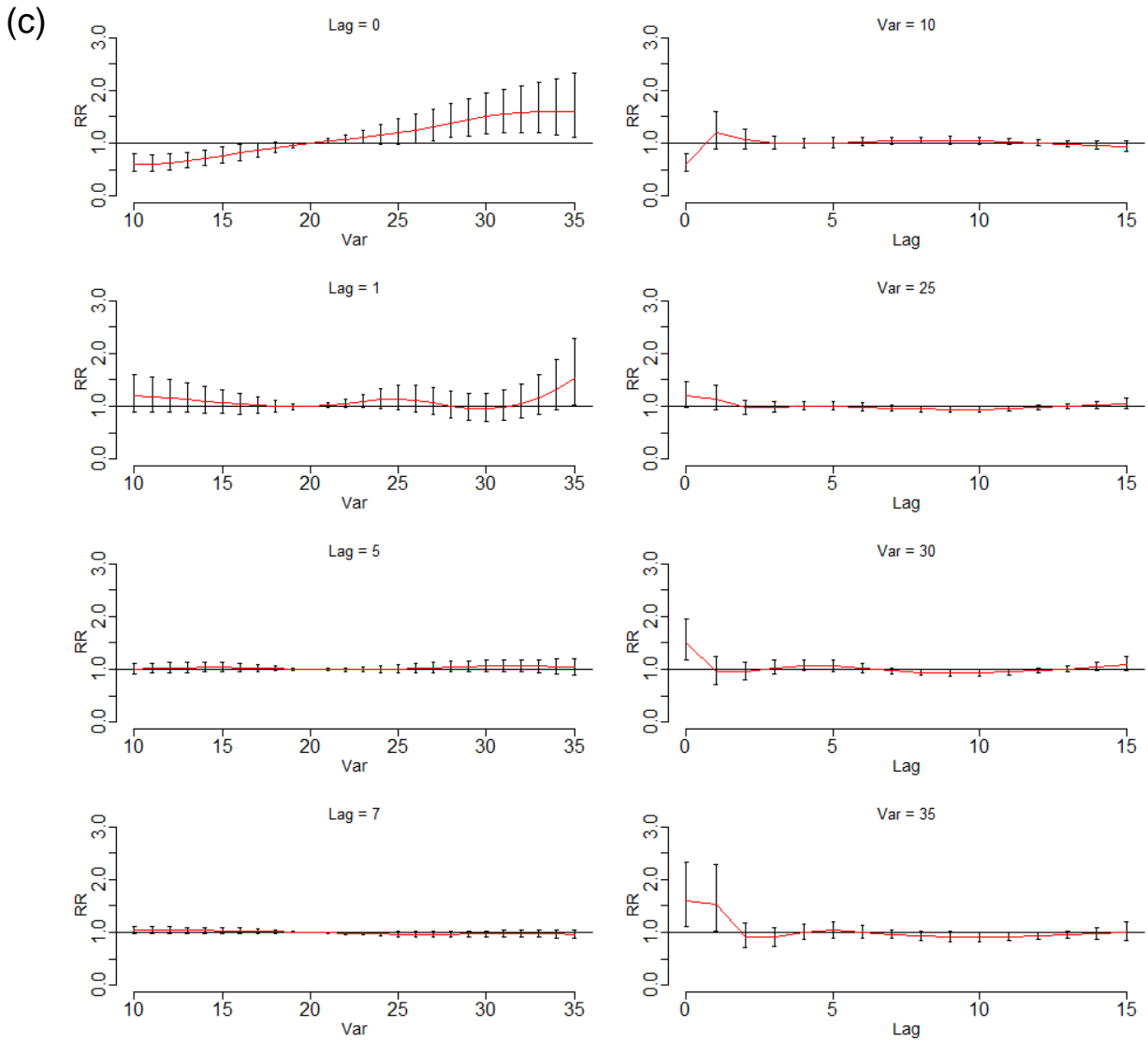


図 7-16. c) 福岡県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

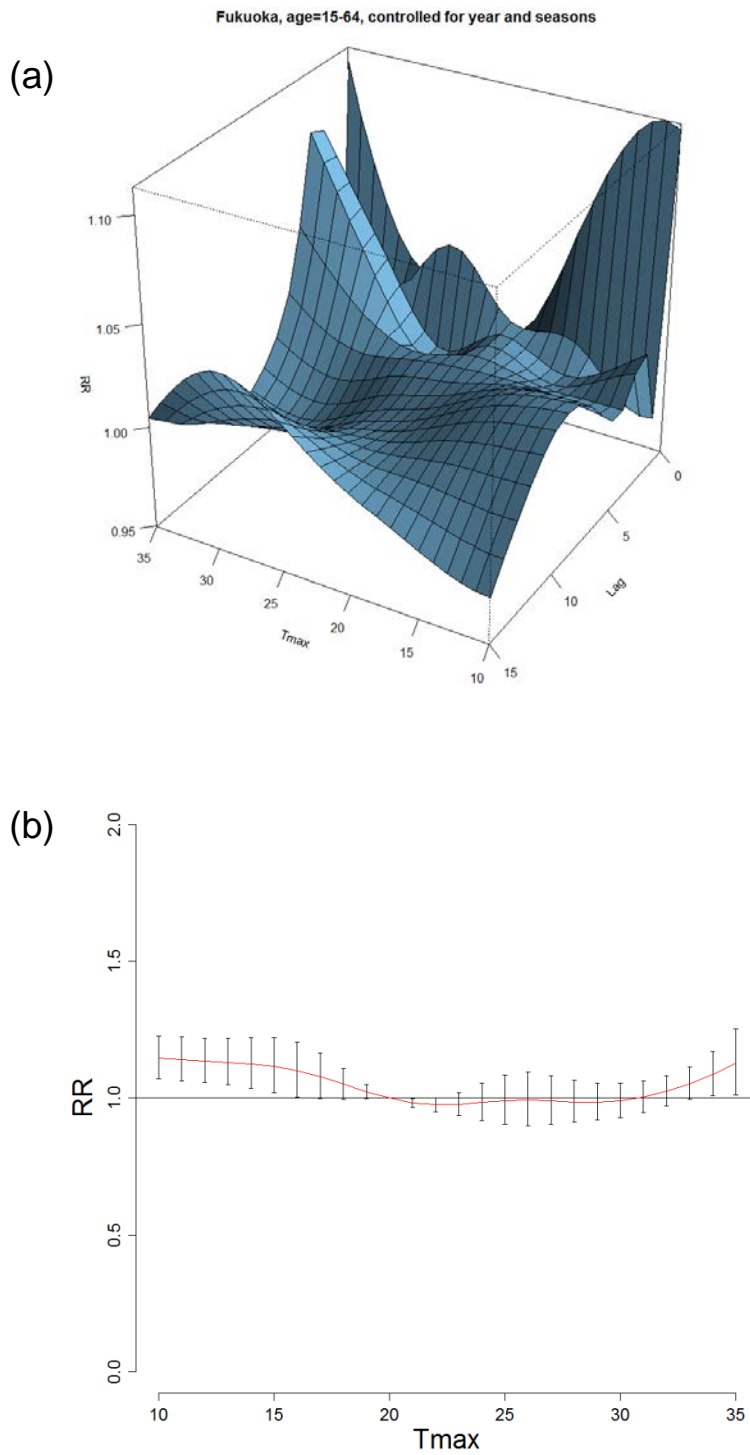


図 7-17. a) 福岡県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御
 Tmax:日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

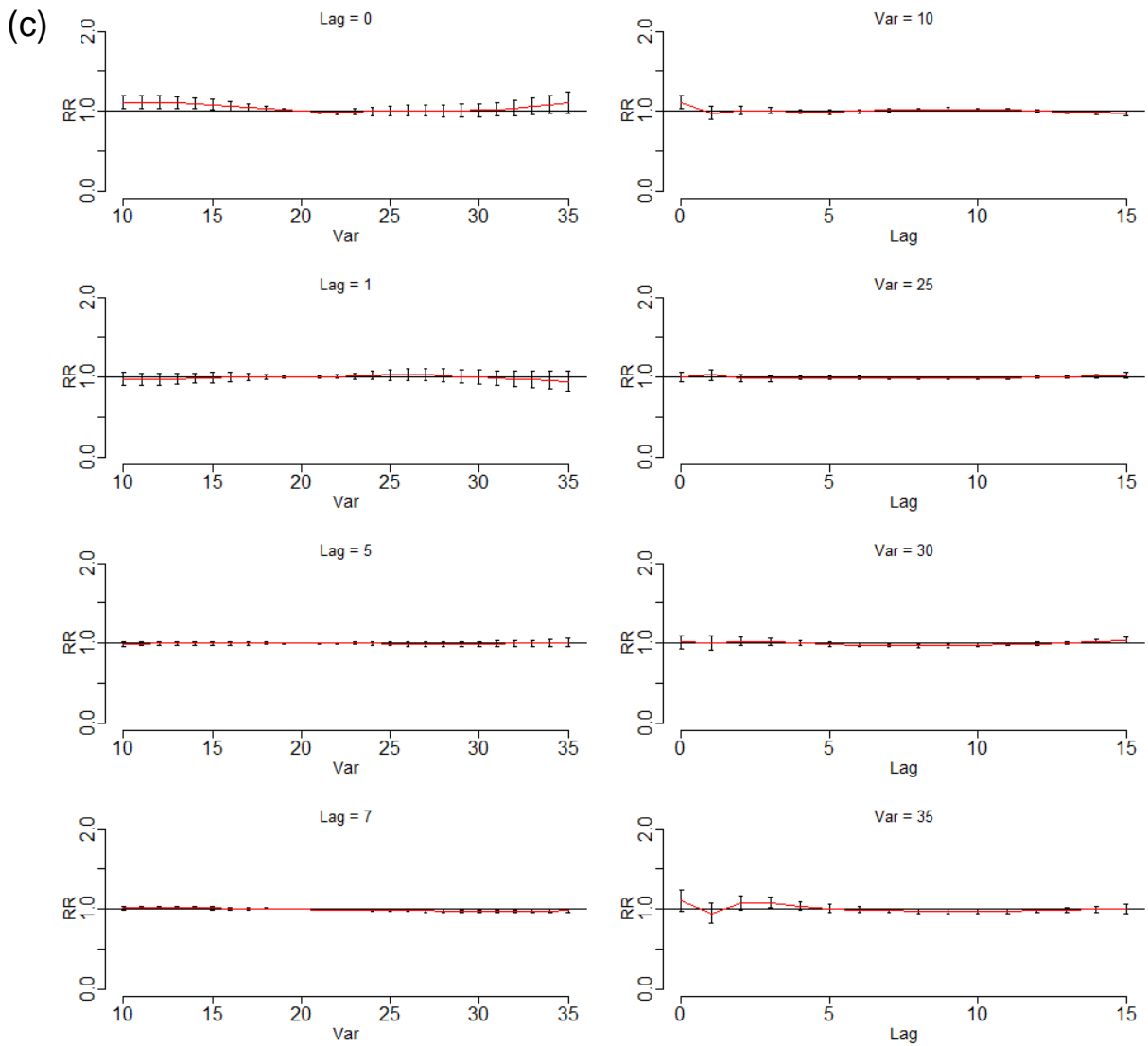


図 7-17. c) 福岡県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

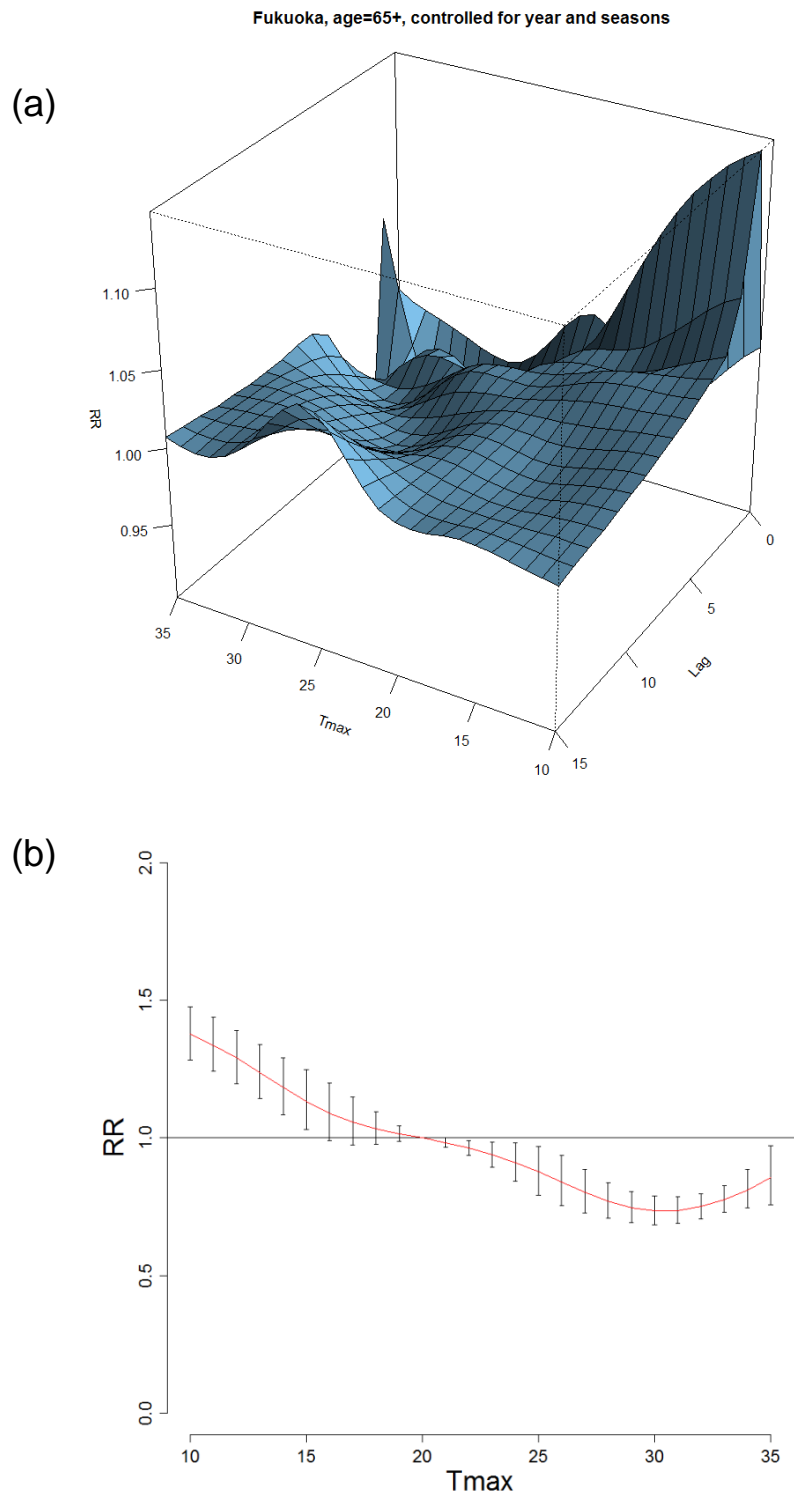


図 7-18. a) 福岡県における気温、非自殺外因死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)

b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Tmax:日最高気温 (°C)

RR : 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

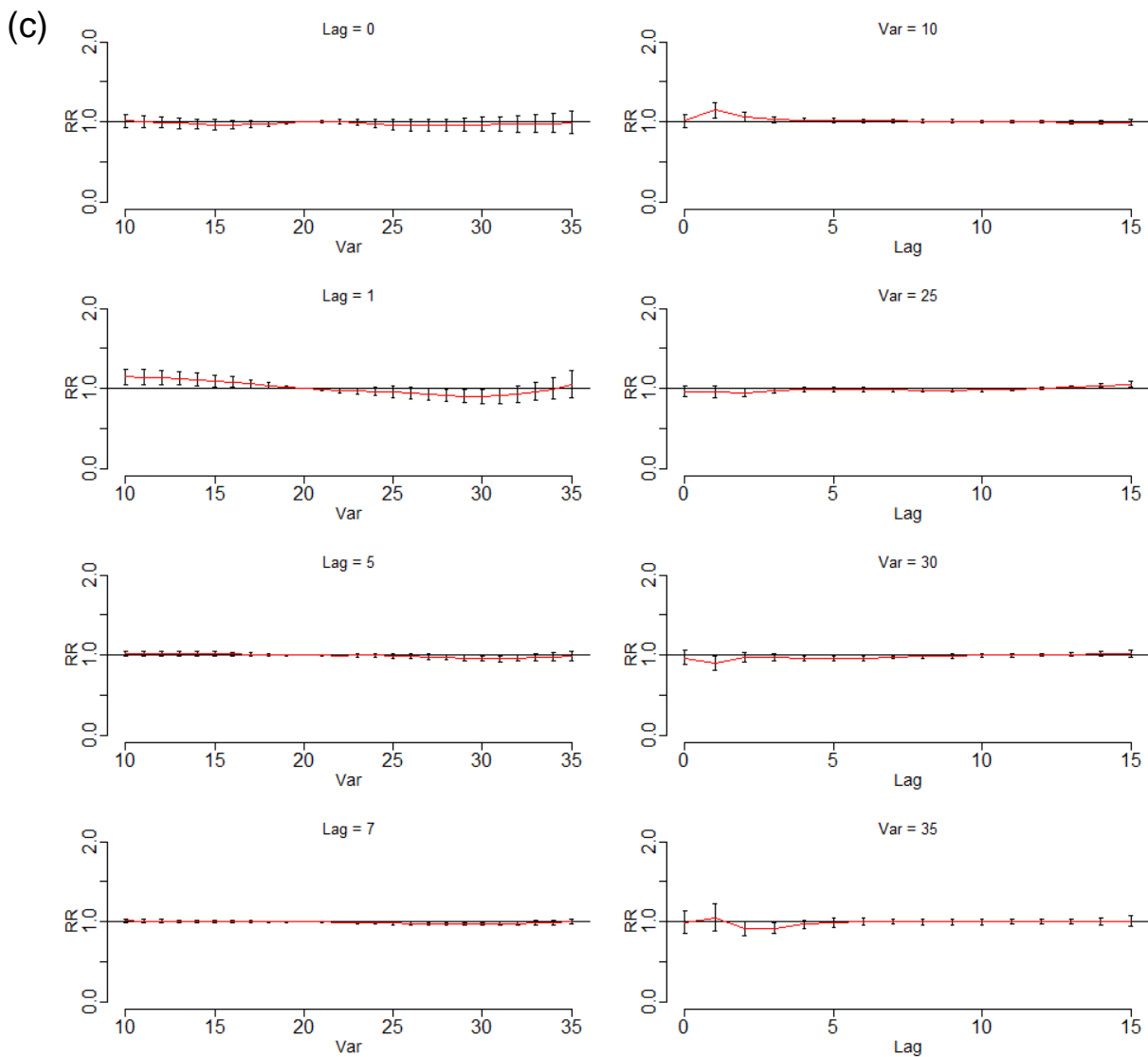


図 7-18. c) 福岡県における非自殺外因死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

自由度 7/year にて年次推移と季節変動を制御

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした非自殺外因死亡比の相対危険度

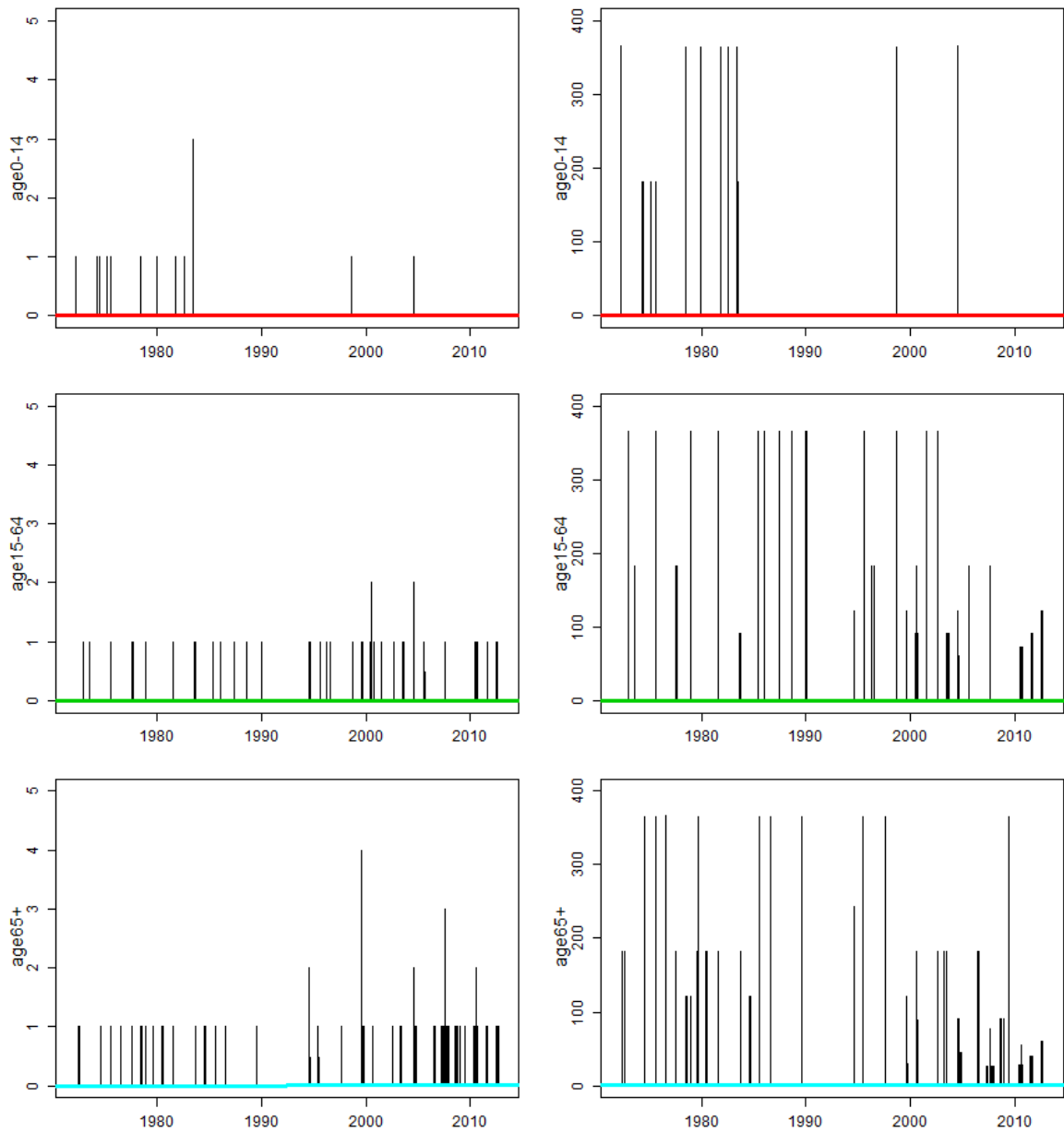


図 8-1. 北海道における自然の過度の高温への曝露による死亡の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数（人）

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

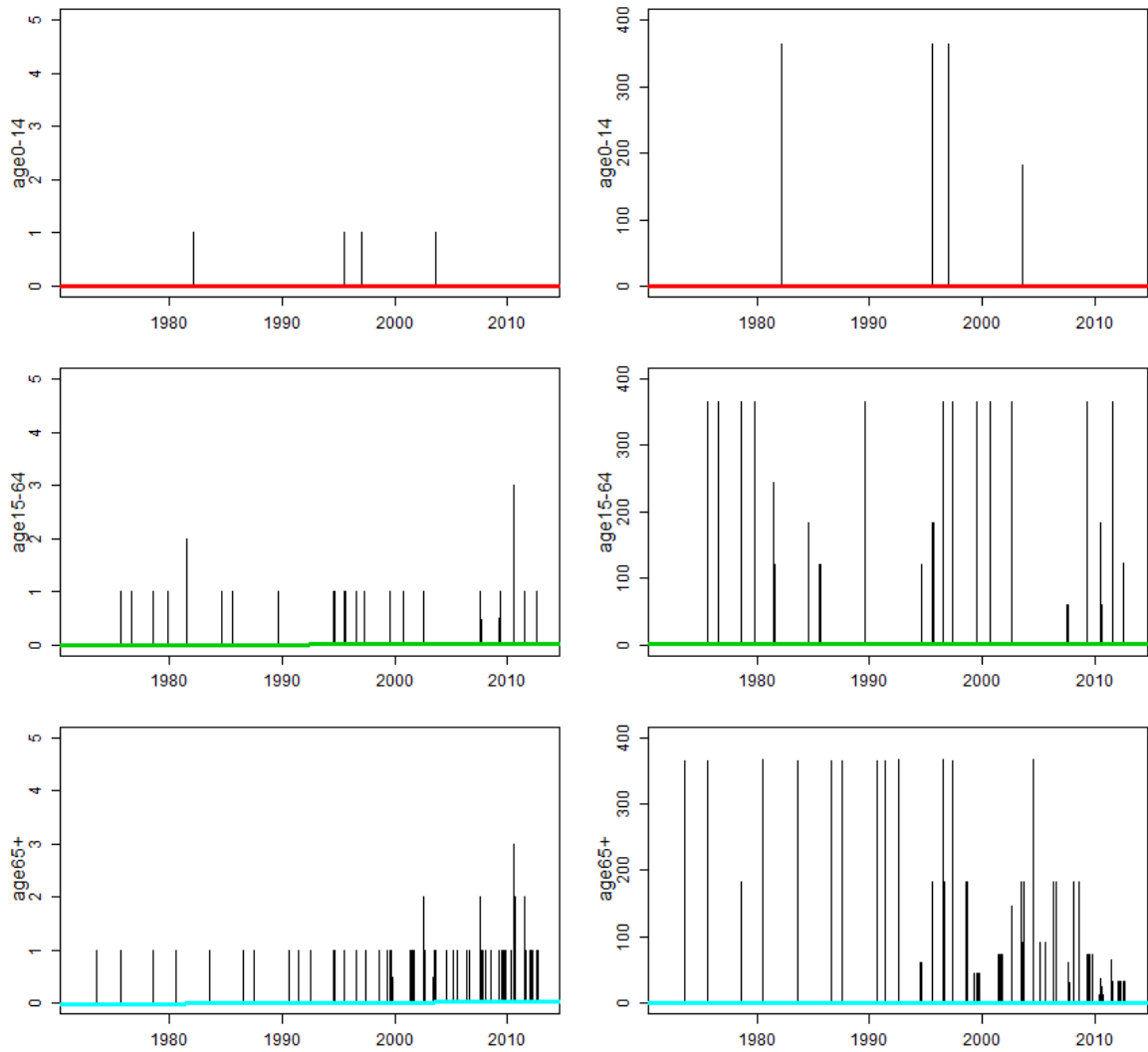


図 8-2. 宮城県における自然の過度の高温への曝露による死亡の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸：過度の高温への曝露による日別死亡数（人）

右列：縦軸：過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

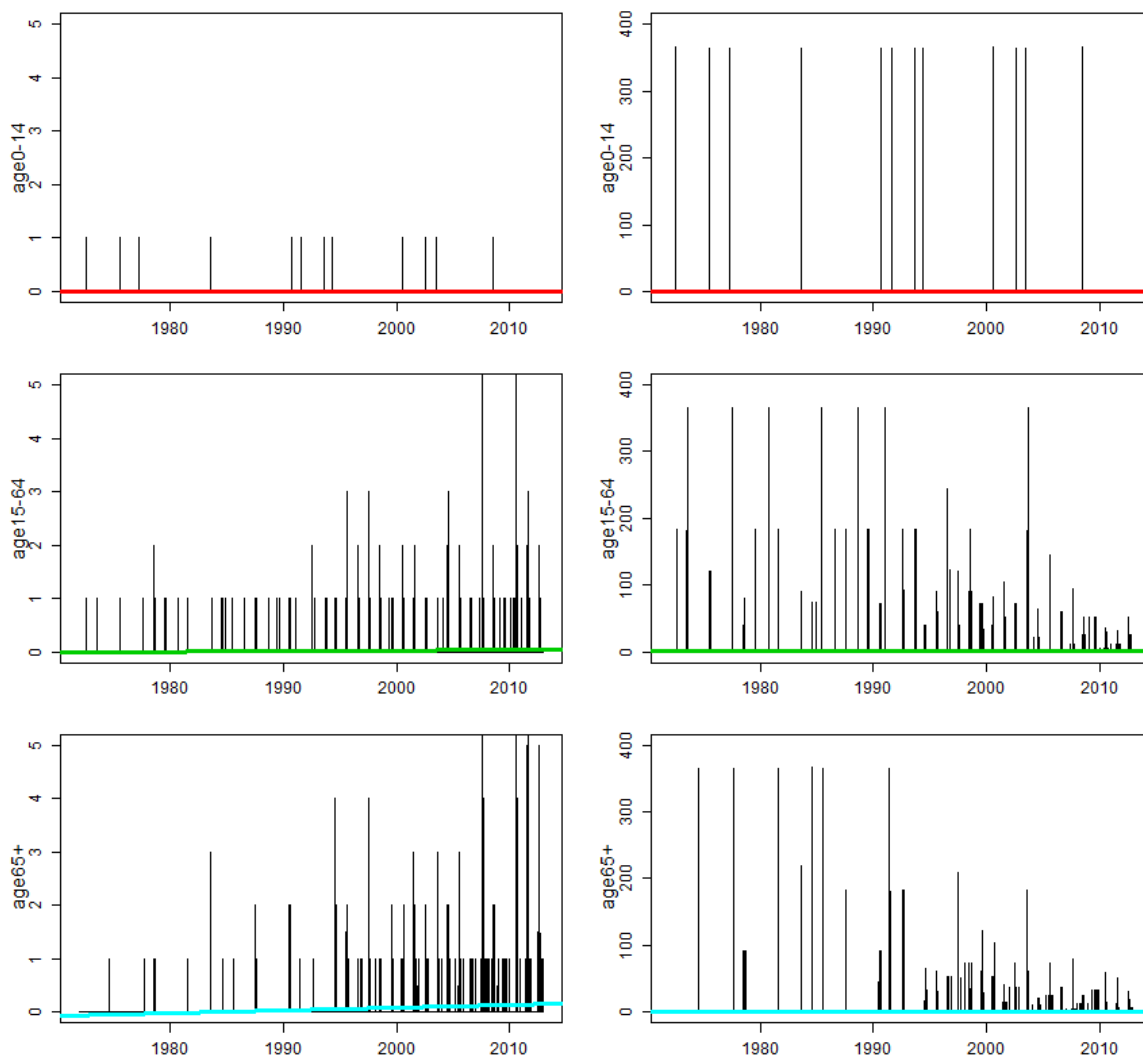


図 8-3. 東京都における自然の過度の高温への曝露による死亡の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数（人）

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比
いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

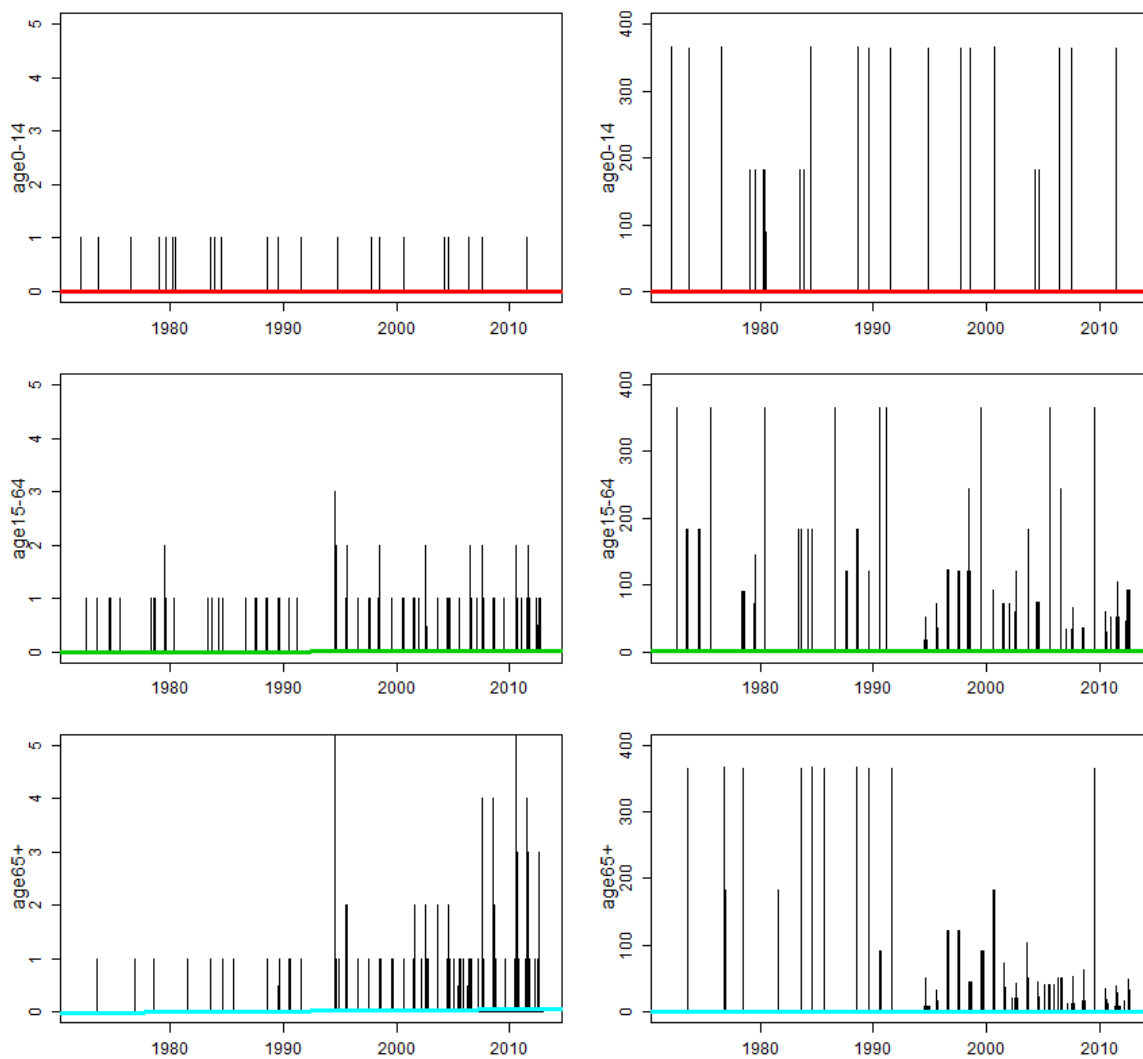


図 8-4. 愛知県における自然の過度の高温への曝露による死亡の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数（人）

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

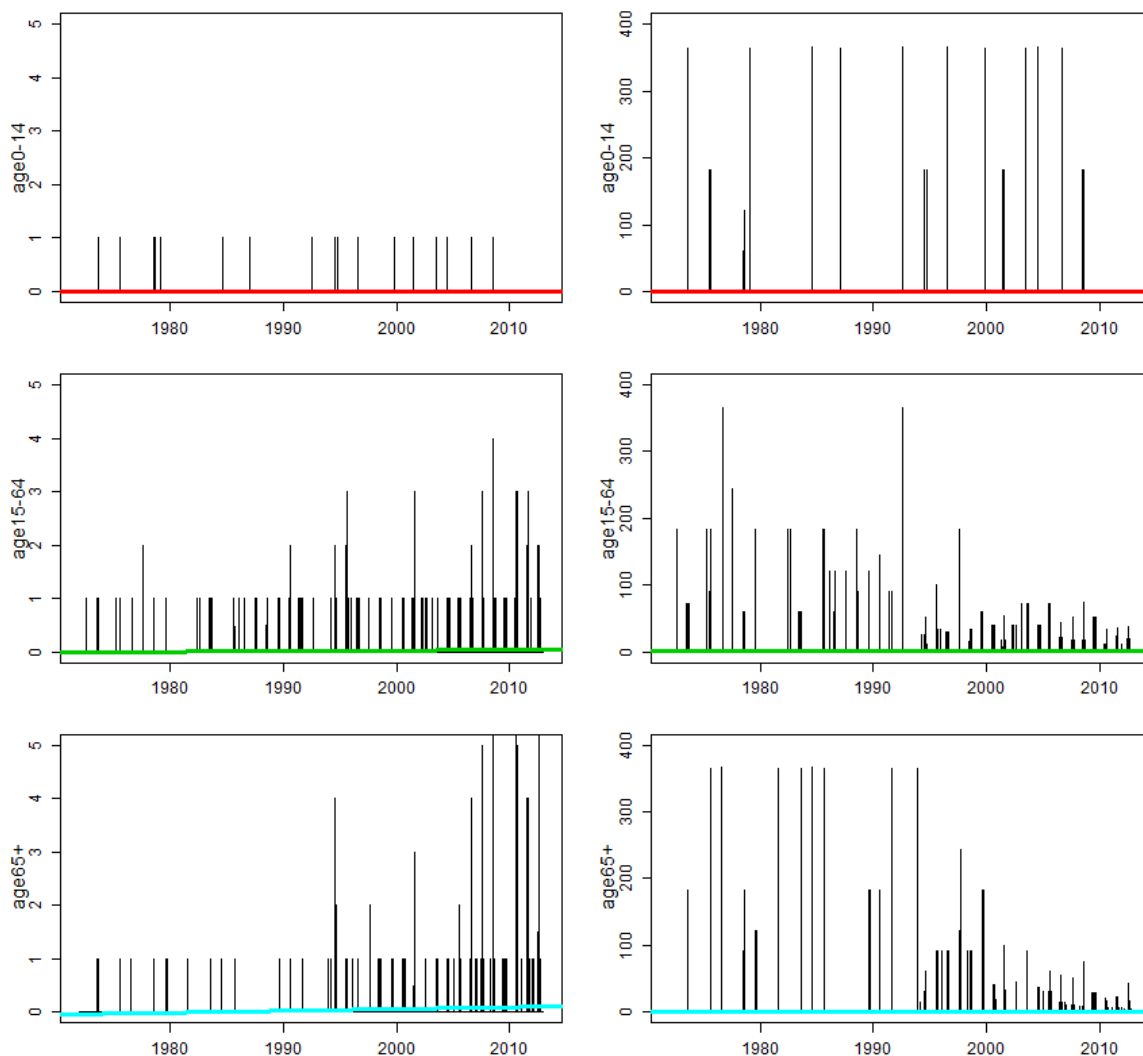


図 8-5. 大阪府における自然の過度の高温への曝露による死亡の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数（人）

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

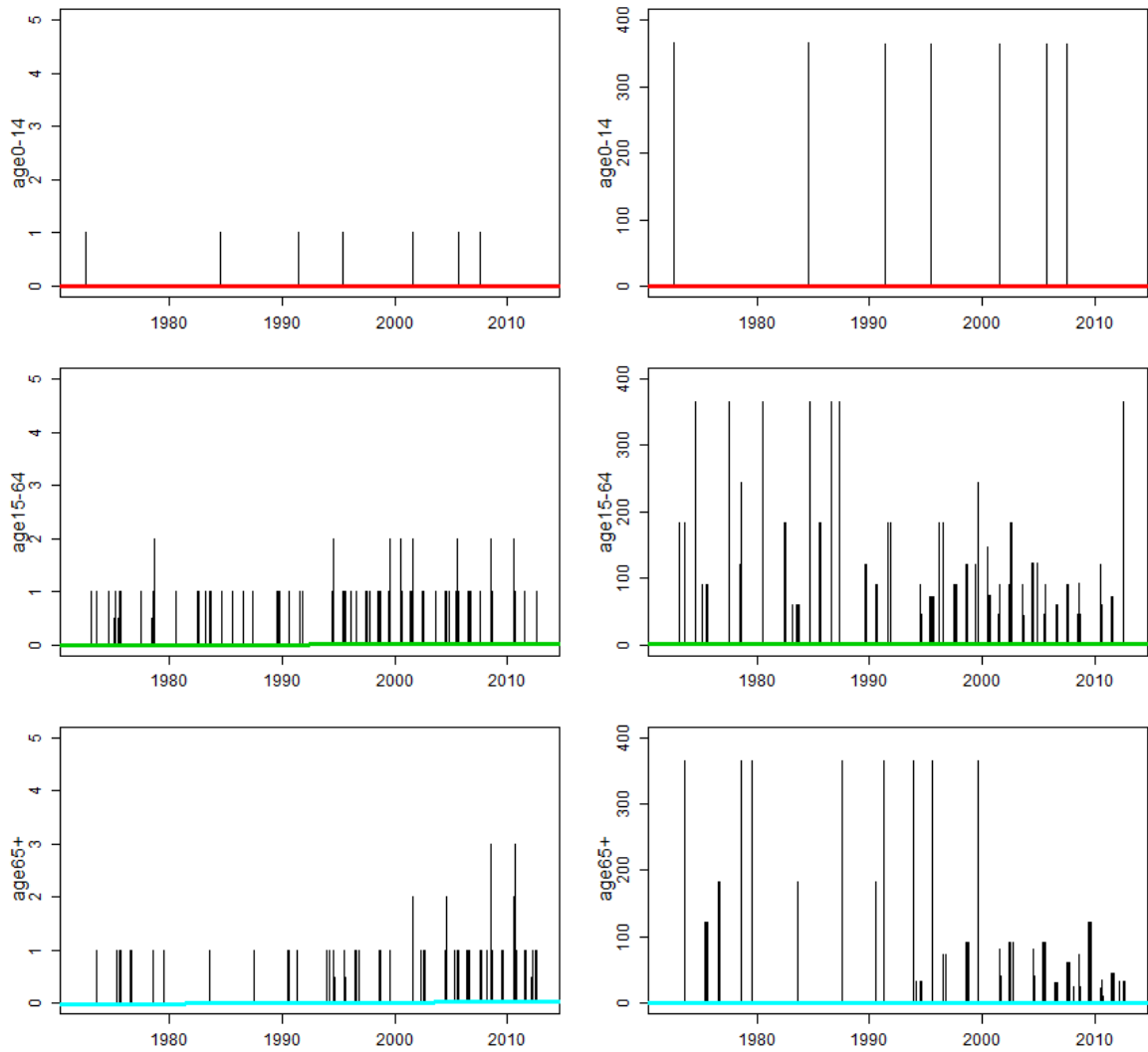


図 8-6. 福岡県における自然の過度の高温への曝露による死亡の日次推移

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数（人）

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

いずれも横軸は年

図中の実線（赤・緑・青）は、回帰直線を示す

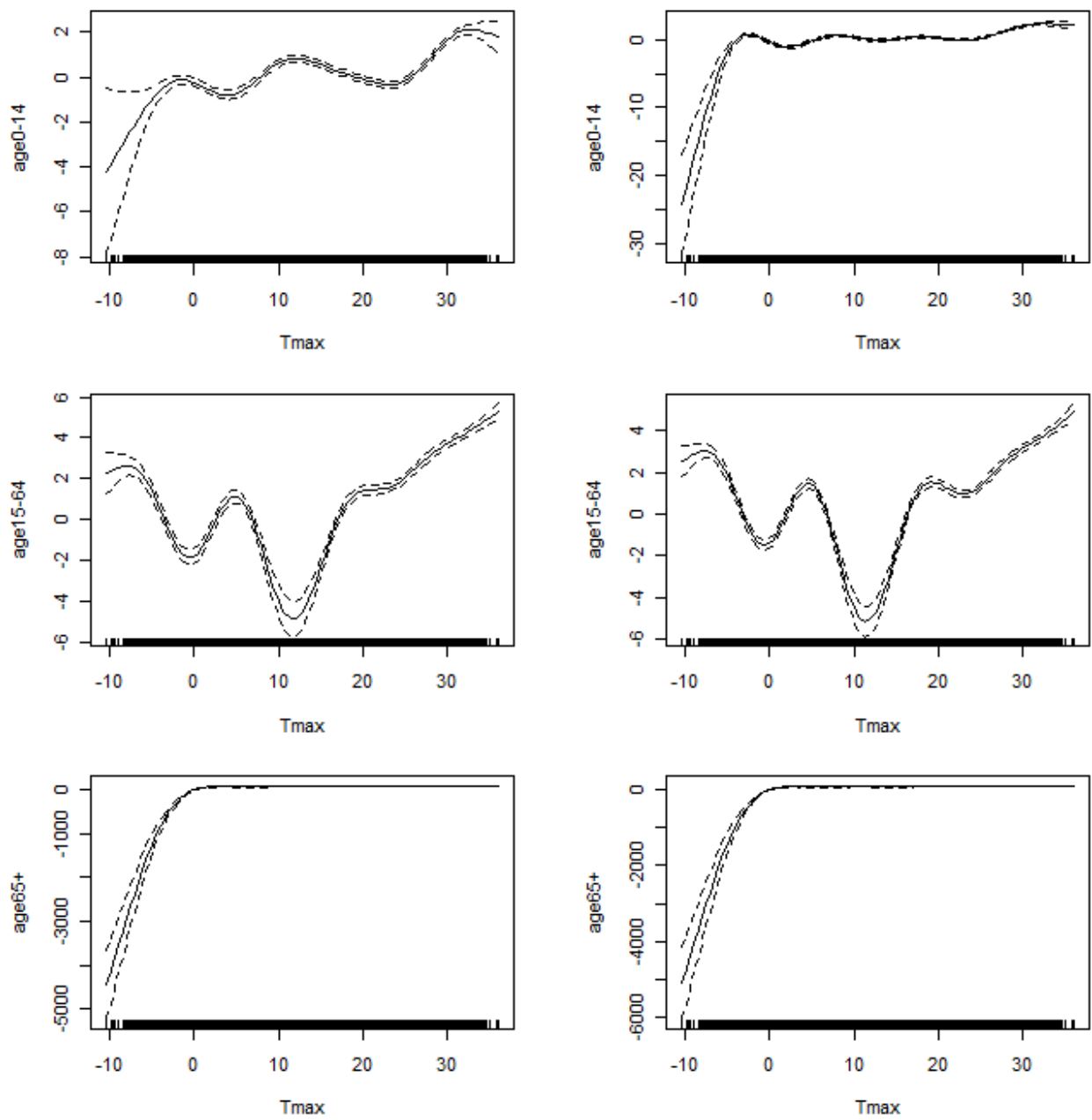


図 9-1. 北海道における自然の過度の高温への曝露による死亡と
気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数（人）

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温（℃）

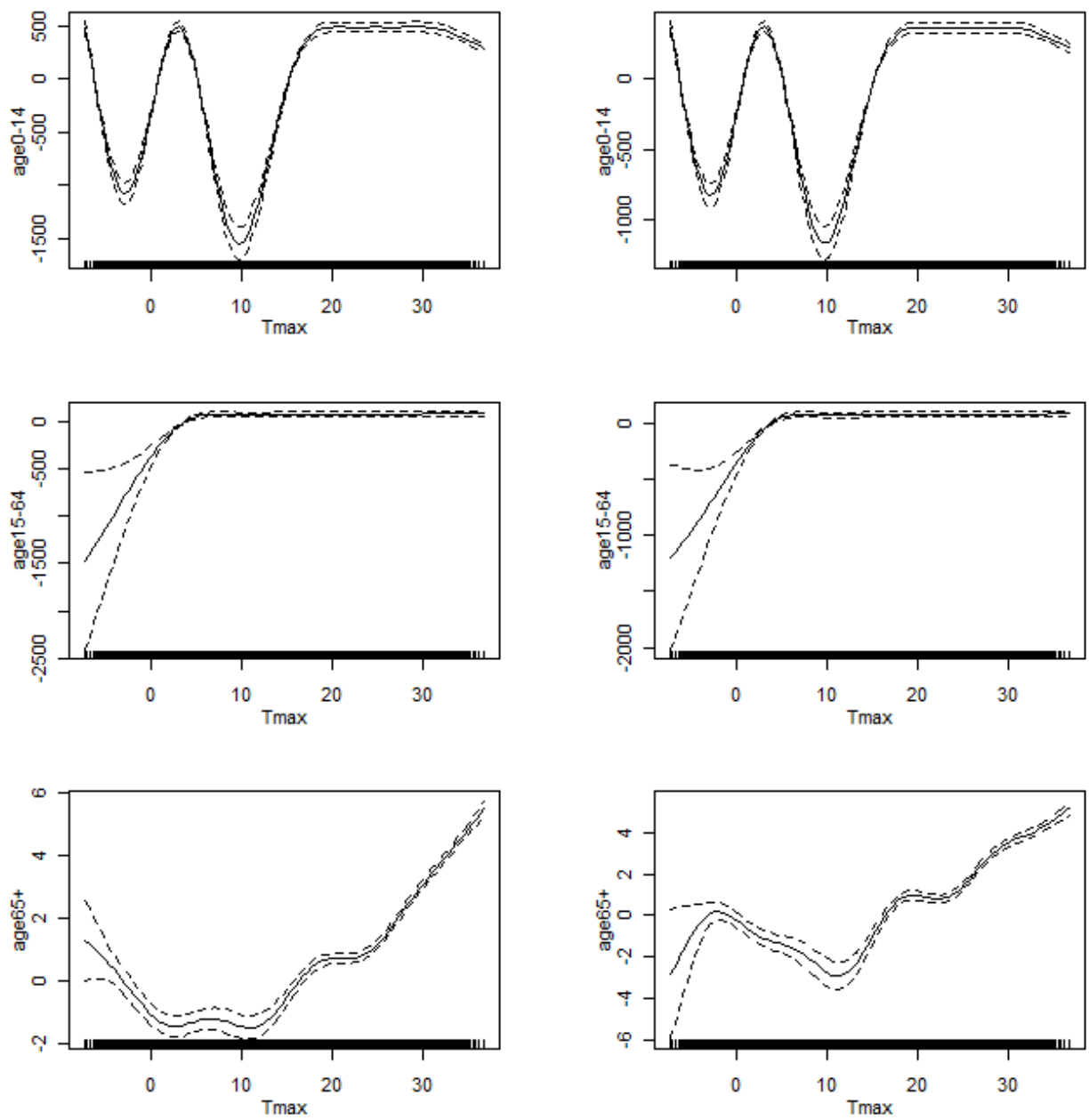


図 9-2. 宮城県における自然の過度の高温への曝露による死亡と
気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温 (°C)

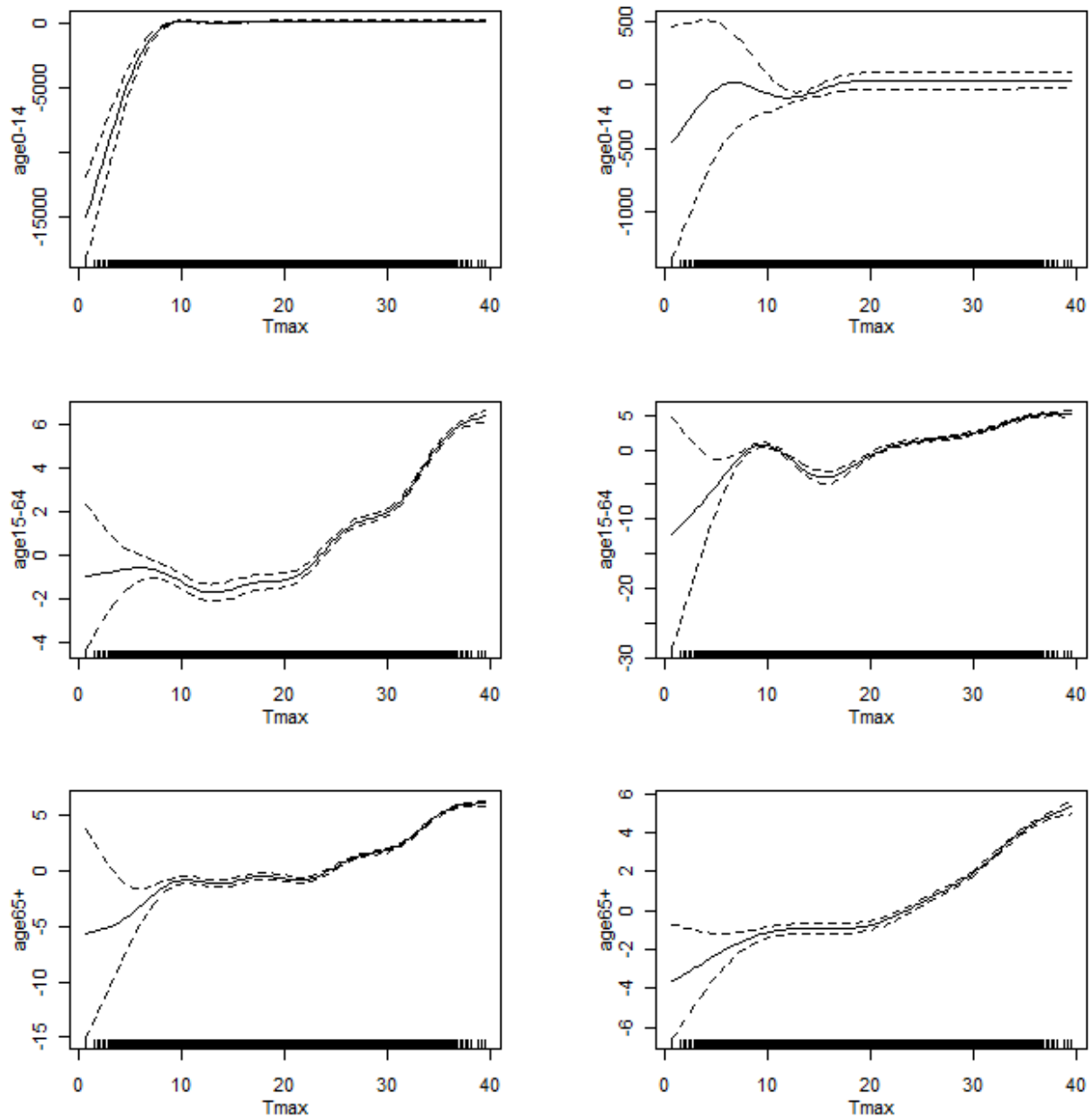


図 9-3. 東京都における自然の過度の高温への曝露による死亡と
気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温 (°C)

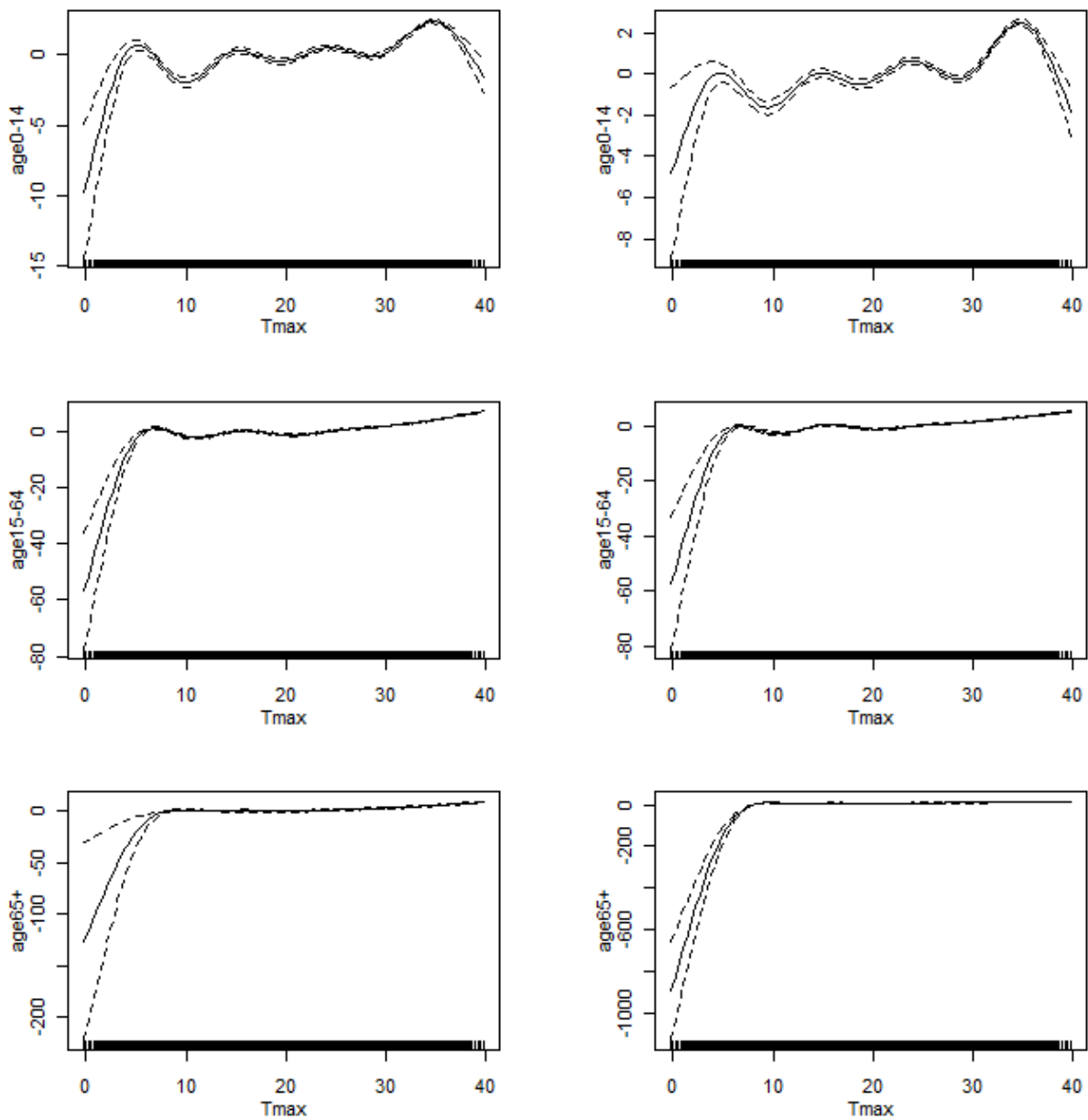


図 9-4. 愛知県における自然の過度の高温への曝露による死亡と
気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温 (°C)

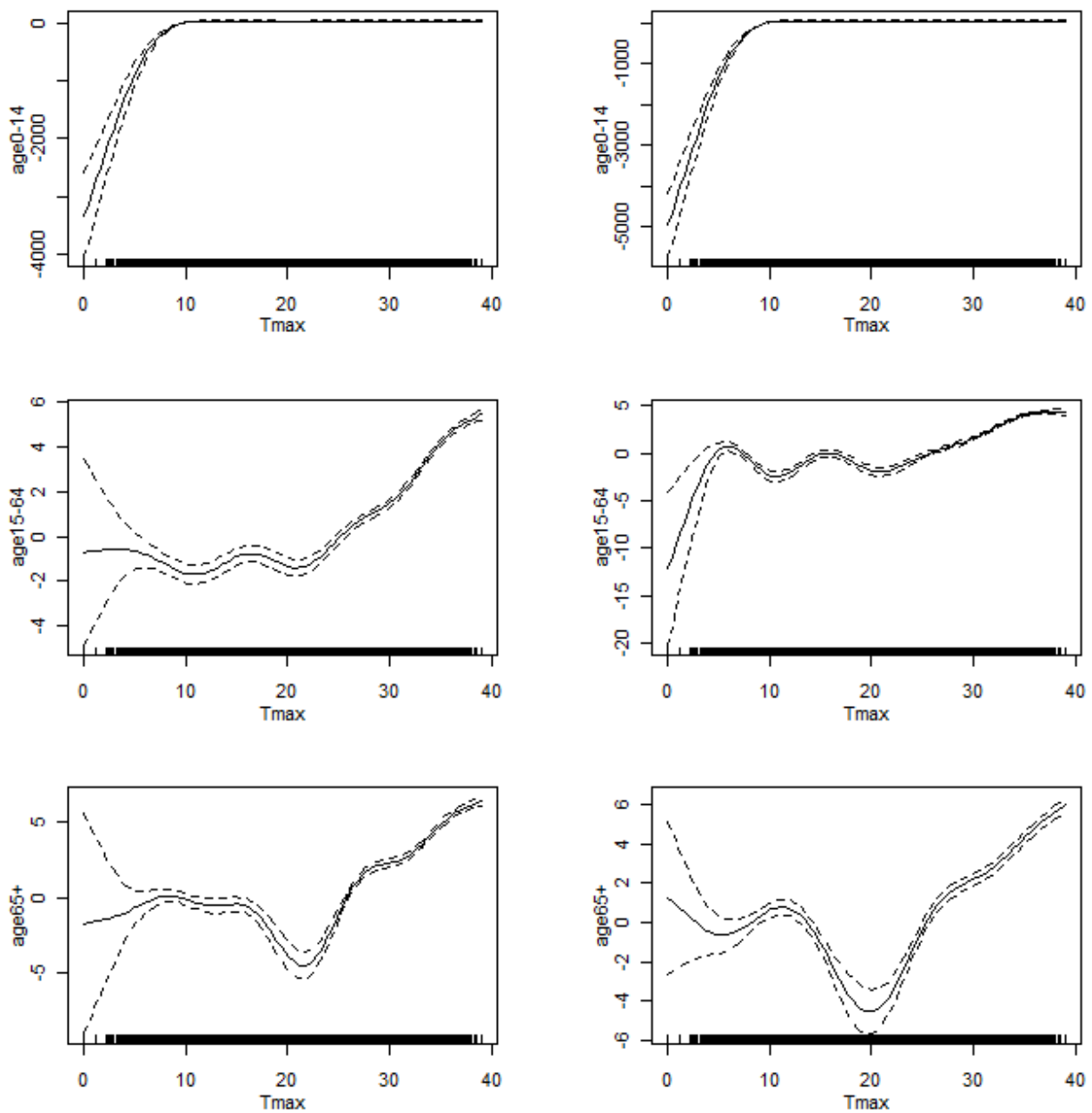


図 9-5. 大阪府における自然の過度の高温への曝露による死亡と
気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温 (°C)

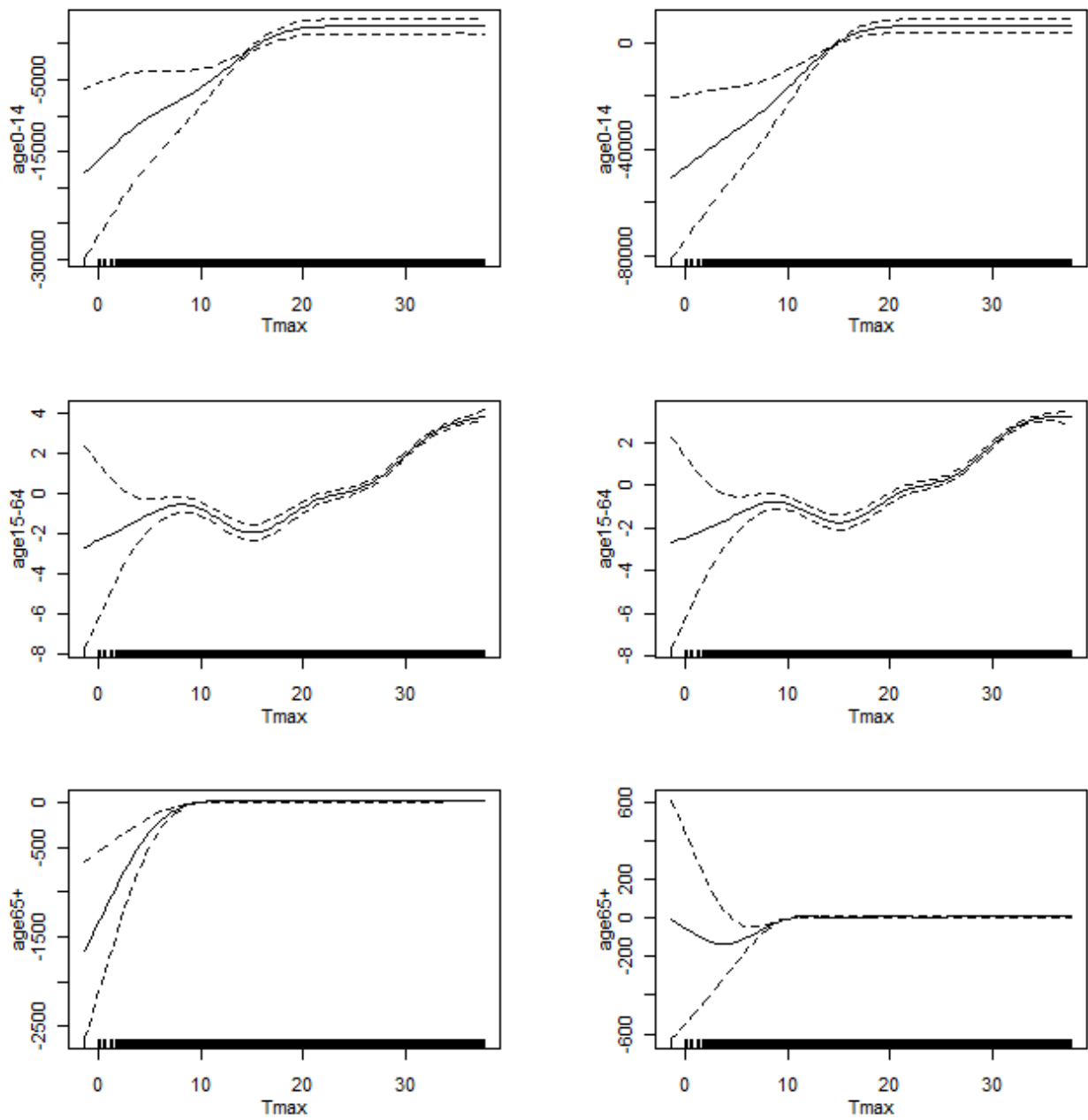


図 9-6. 福岡県における自然の過度の高温への曝露による死亡と
気温の平滑化スプライン曲線

上段より 0-14 歳、15-64 歳、65 歳以上

左列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数 (人)

右列：縦軸:過度の高温への曝露による日別死亡数と年平均死亡数の比

Tmax:日最高気温 (°C)

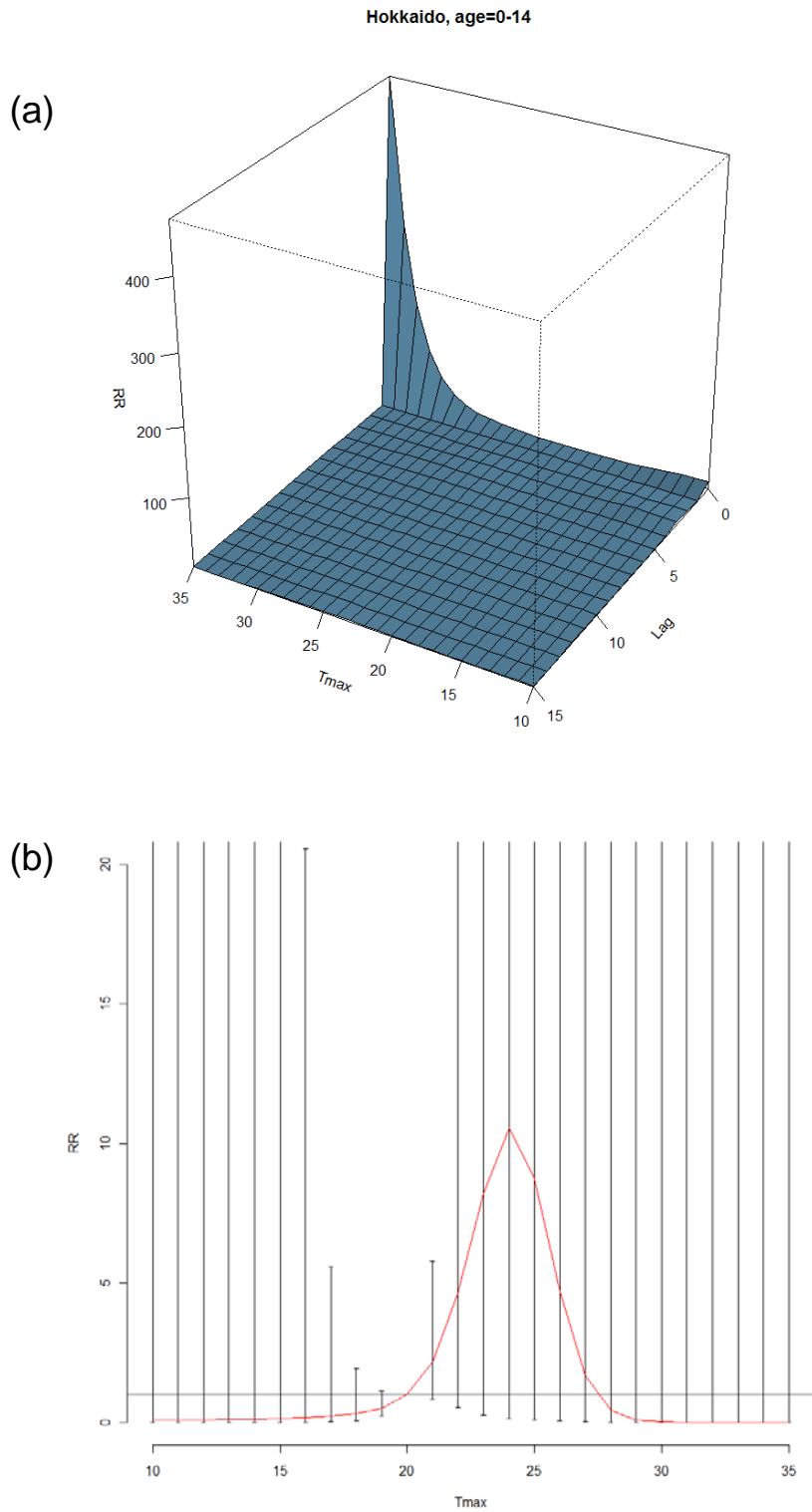


図 10-1. a) 北海道における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

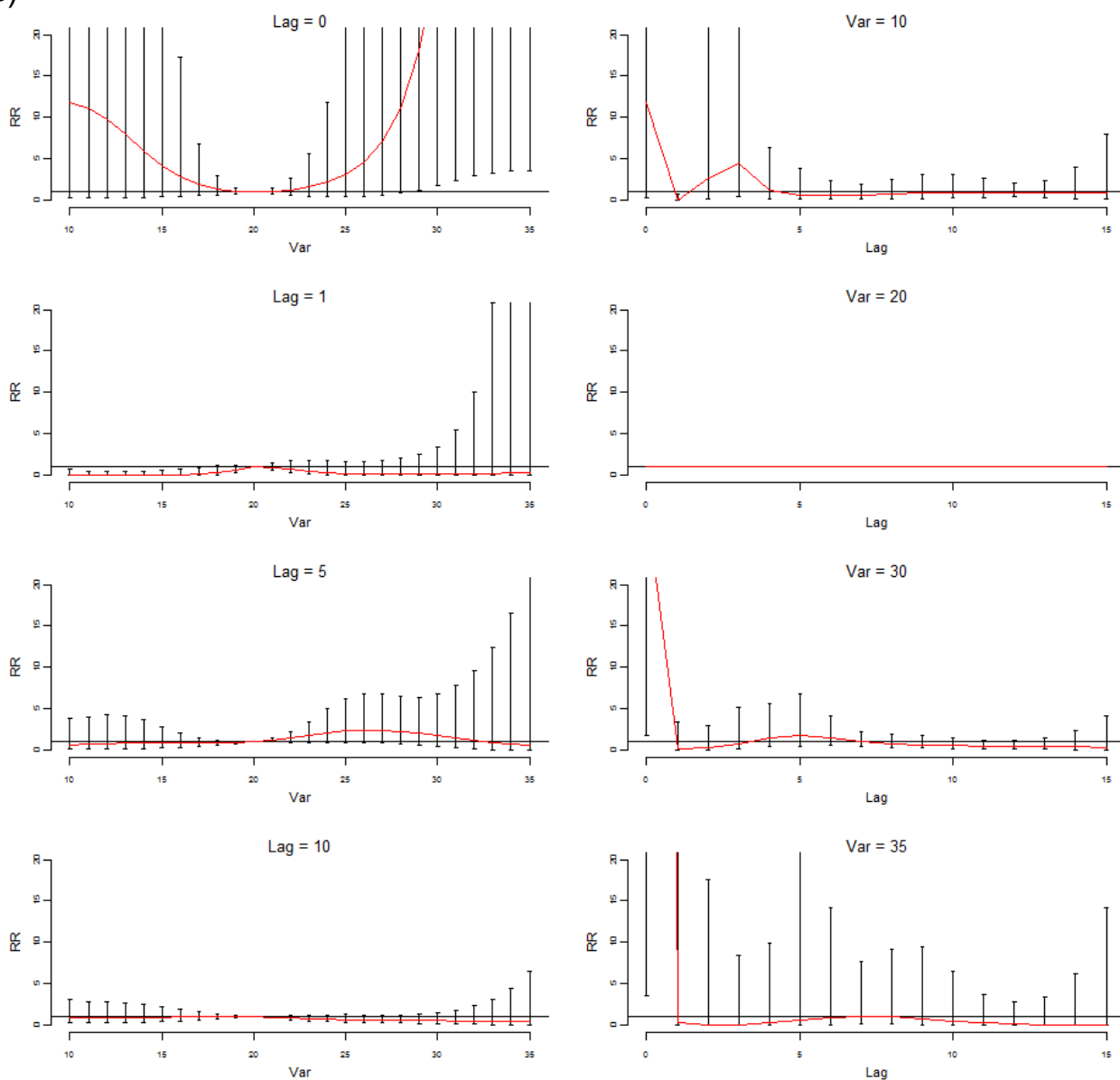


図 10-1. c) 北海道における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

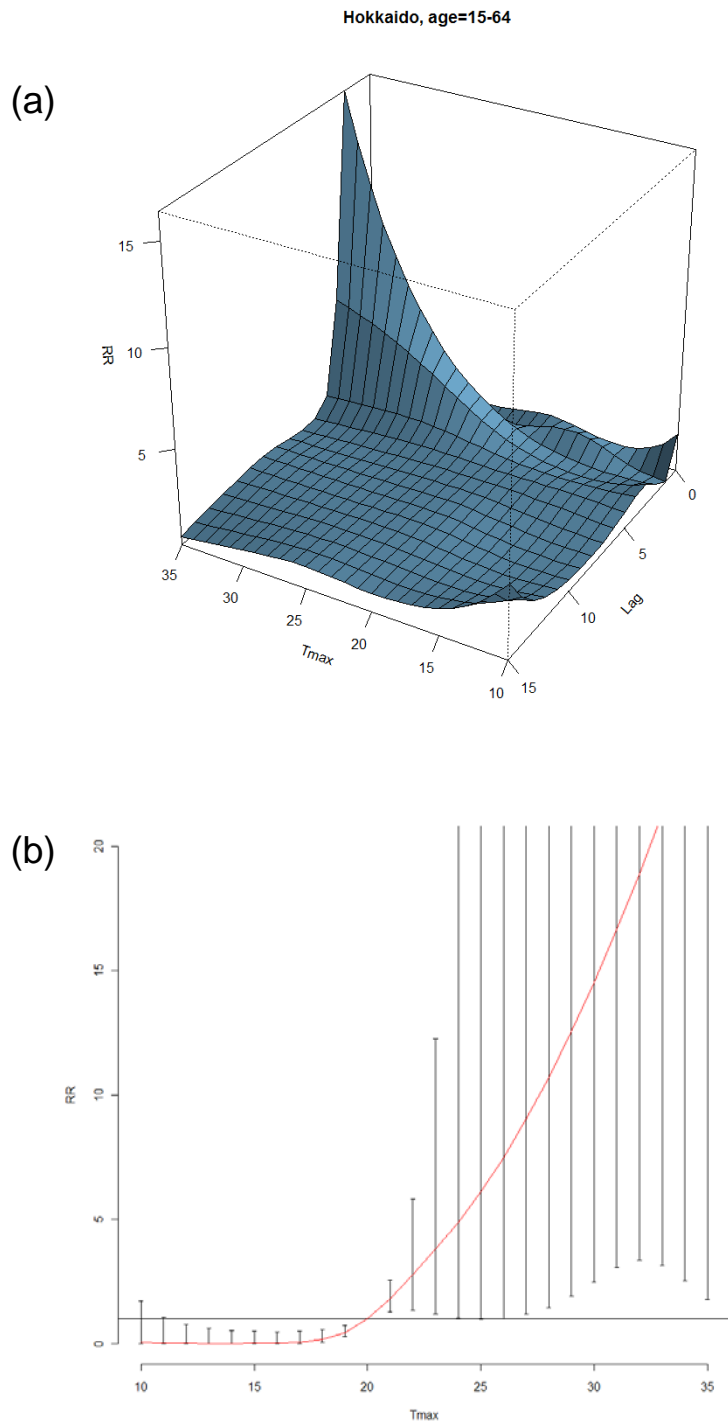


図 10-2. a) 北海道における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

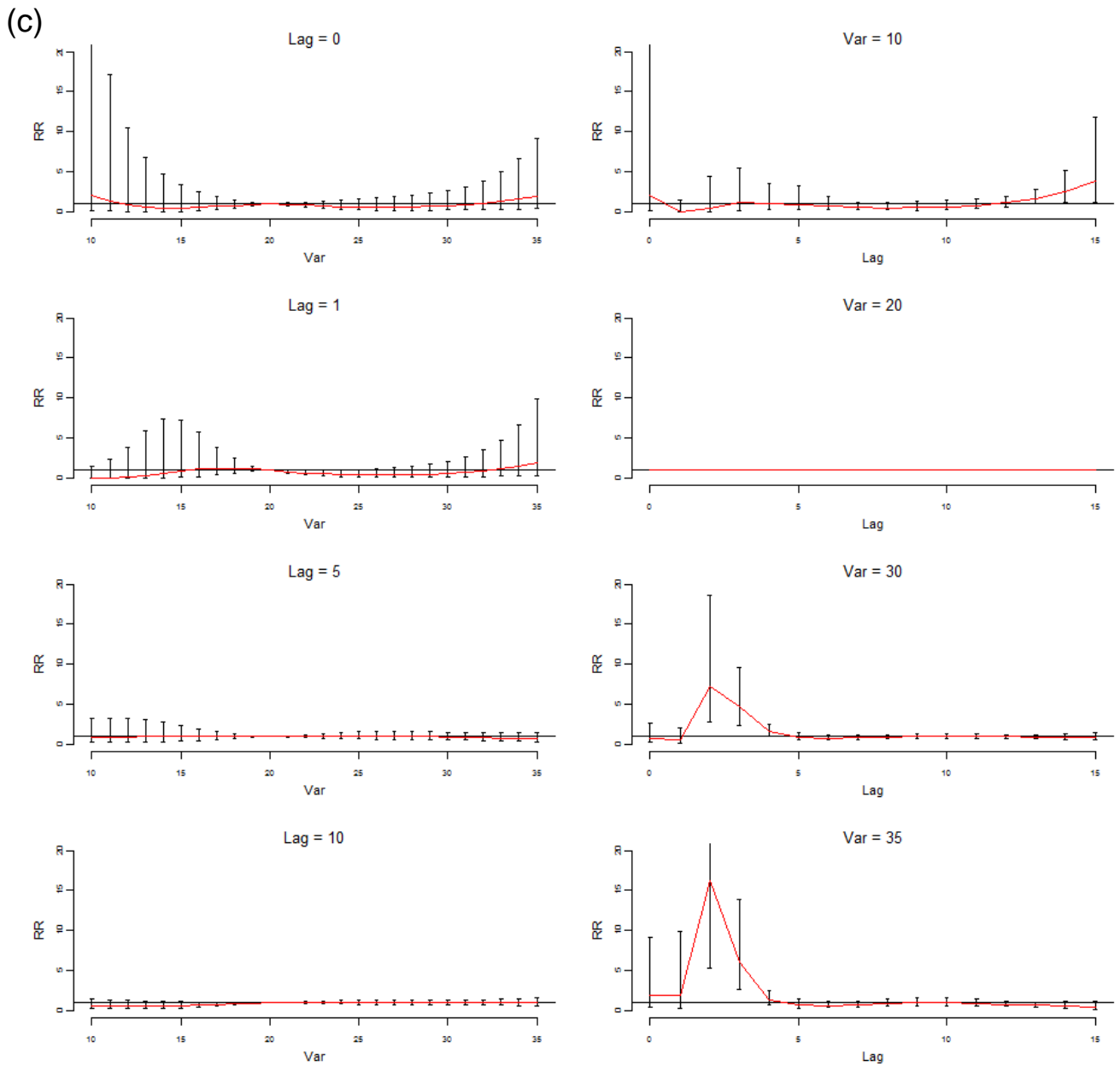


図 10-2. c) 北海道における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)
 左列：ラグ日数と相対危険度の関係
 右列：日最高気温と相対危険度の関係
 Var: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

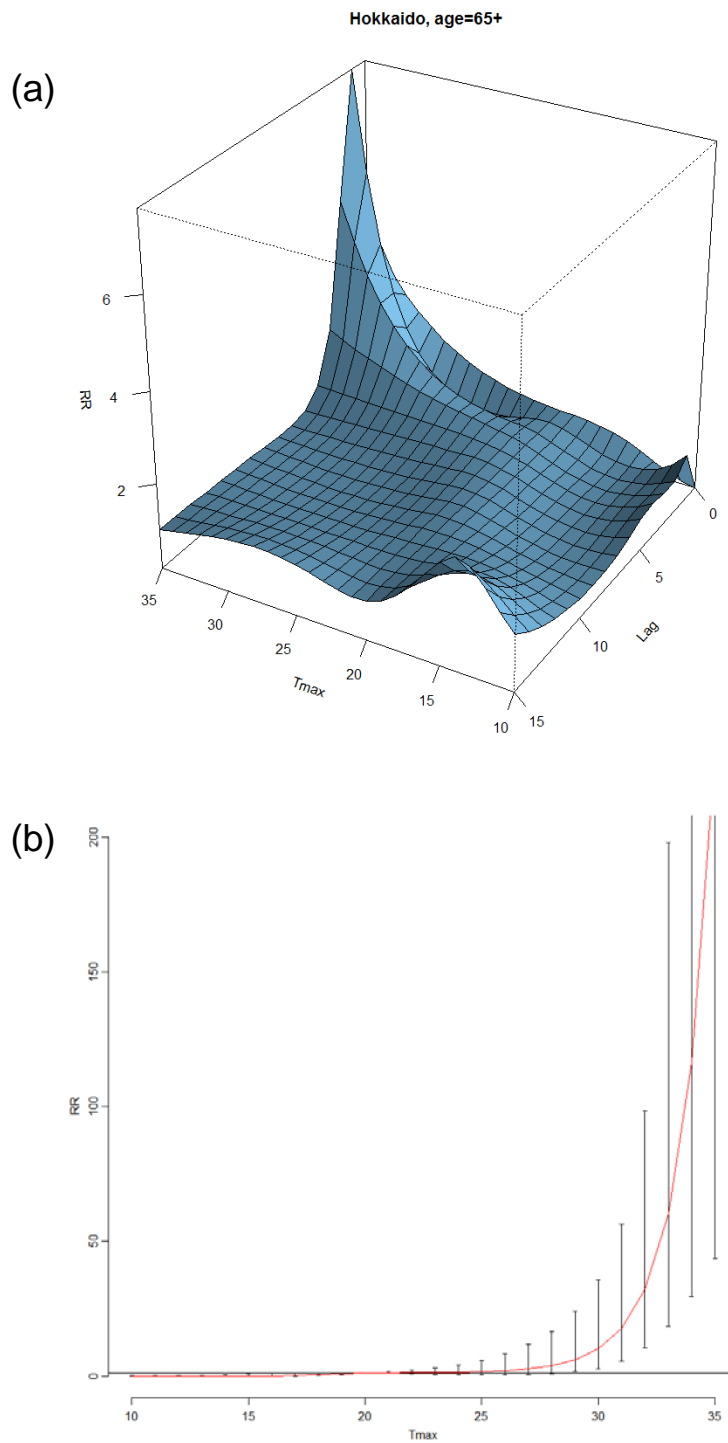


図 10-3. a) 北海道における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 北海道におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

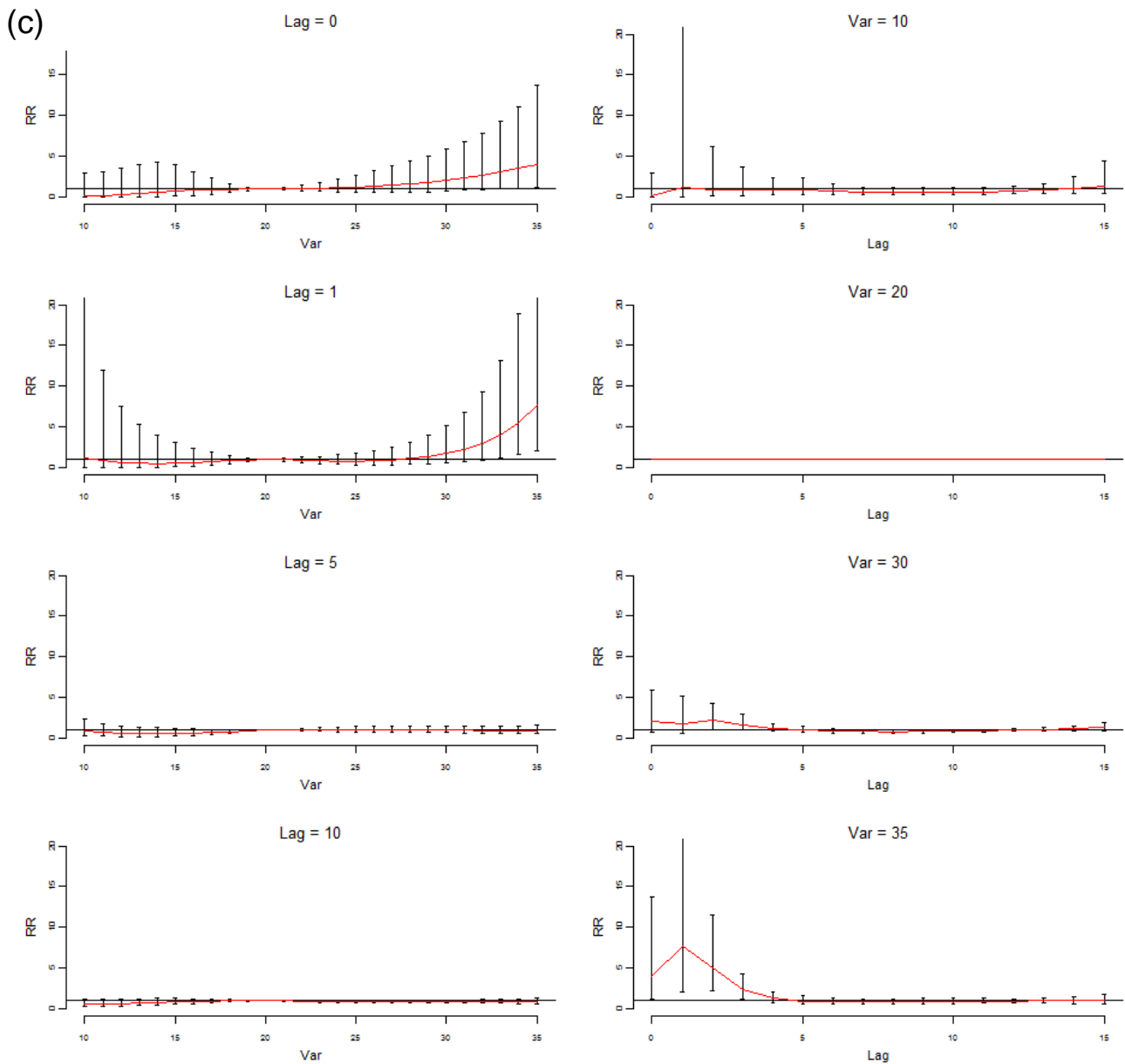


図 10-3. c) 北海道における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)
 左列：ラグ日数と相対危険度の関係
 右列：日最高気温と相対危険度の関係
 Var: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

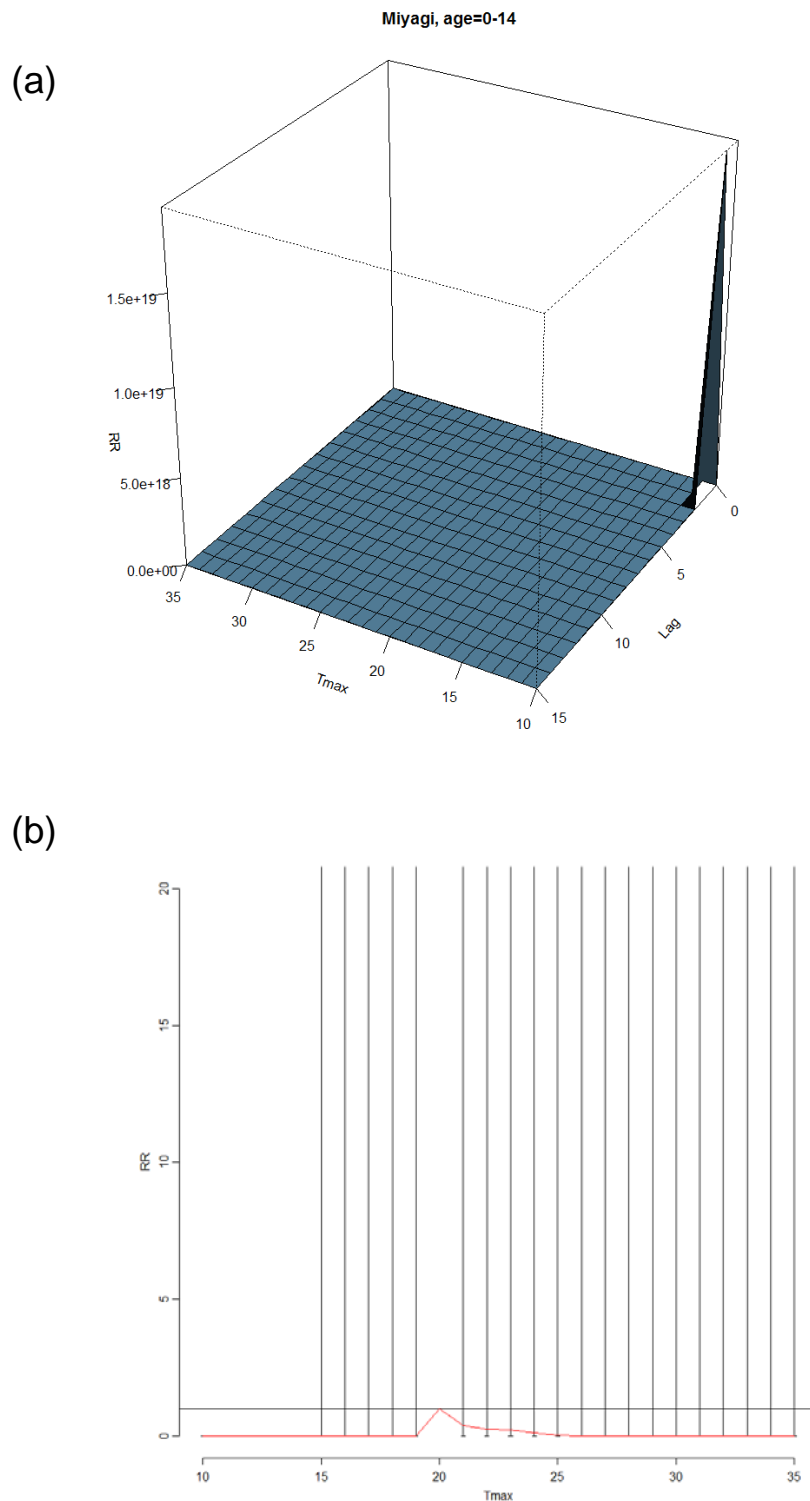


図 10-4. a) 宮城県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

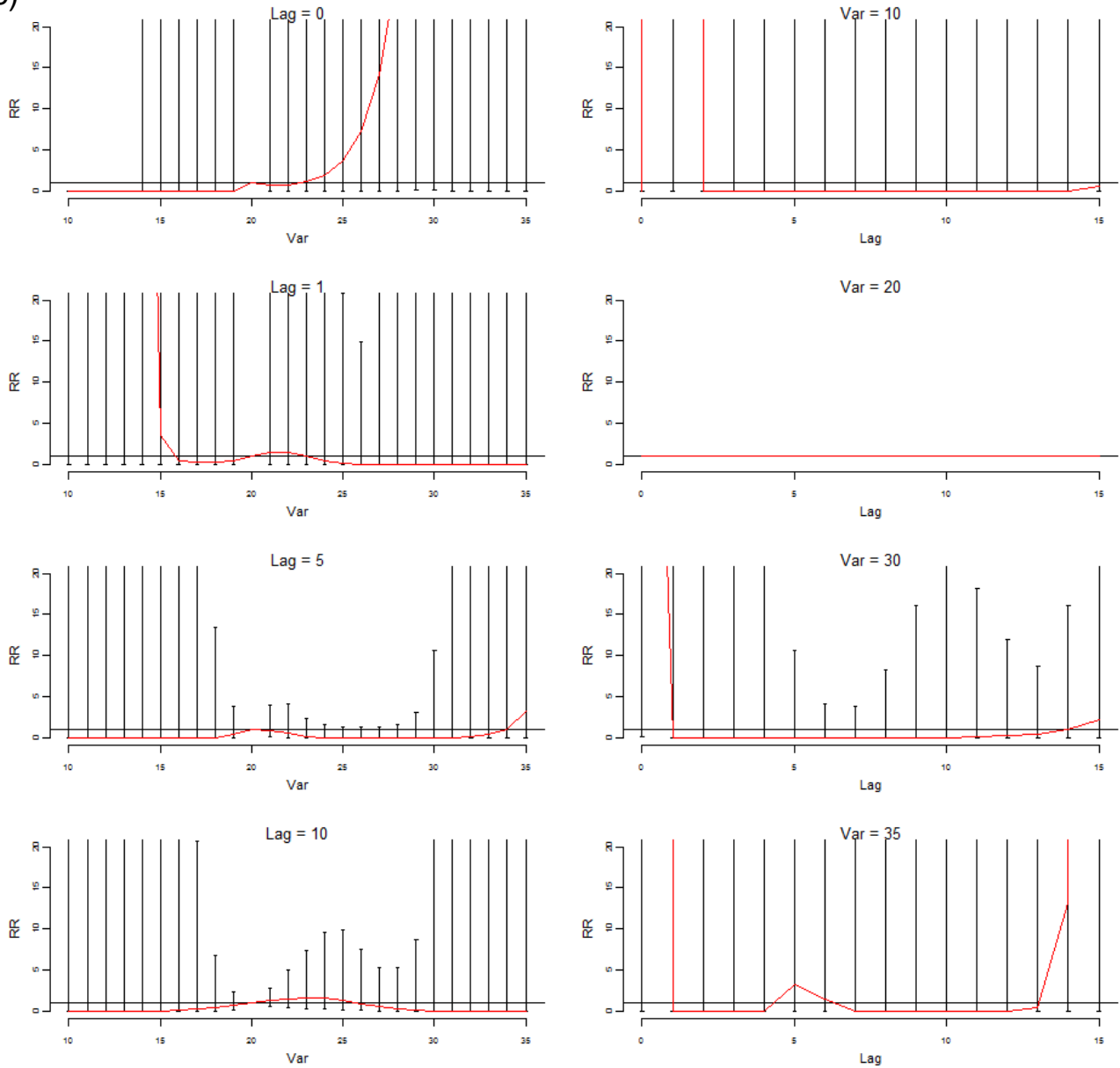


図 10-4. c) 宮城県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

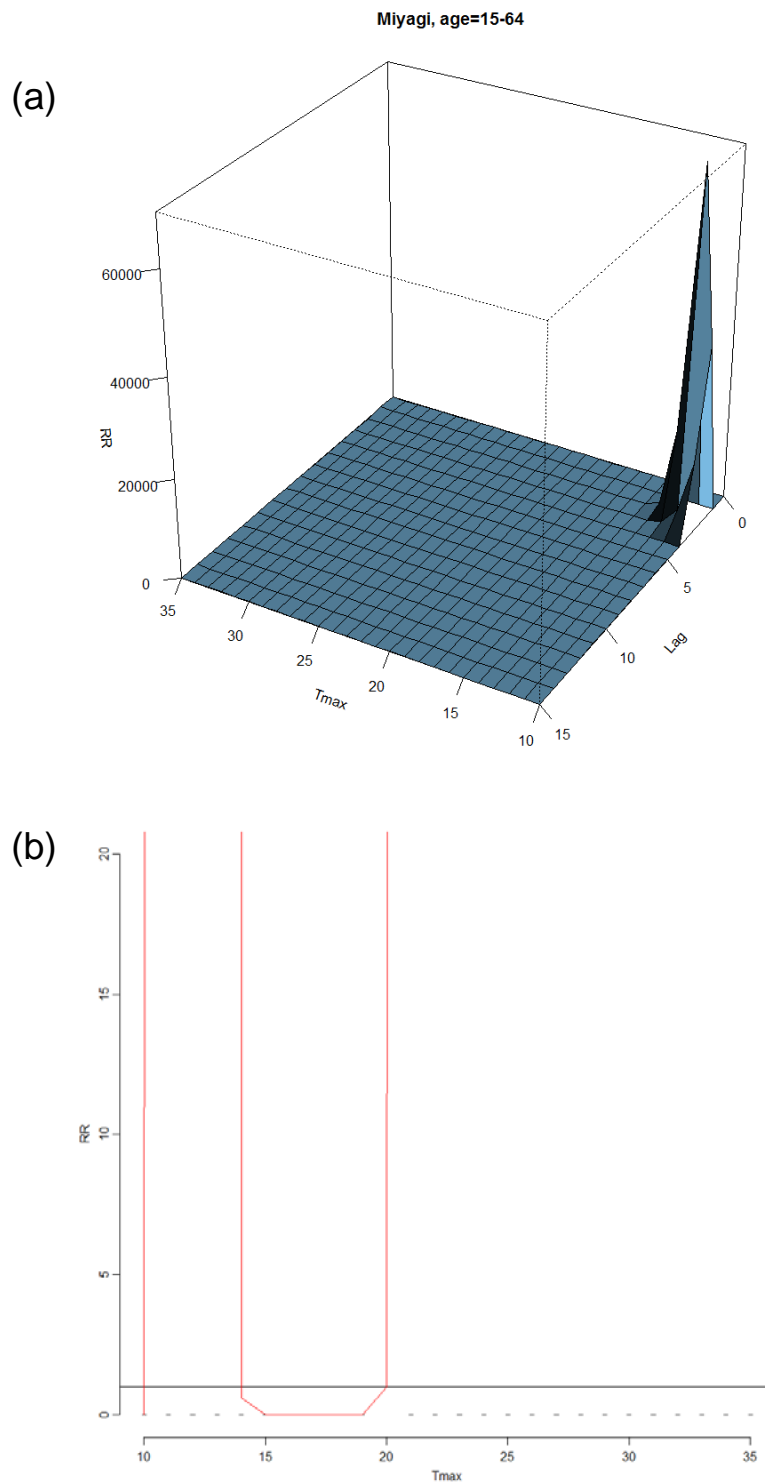


図 10-5. a) 宮城県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax:日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

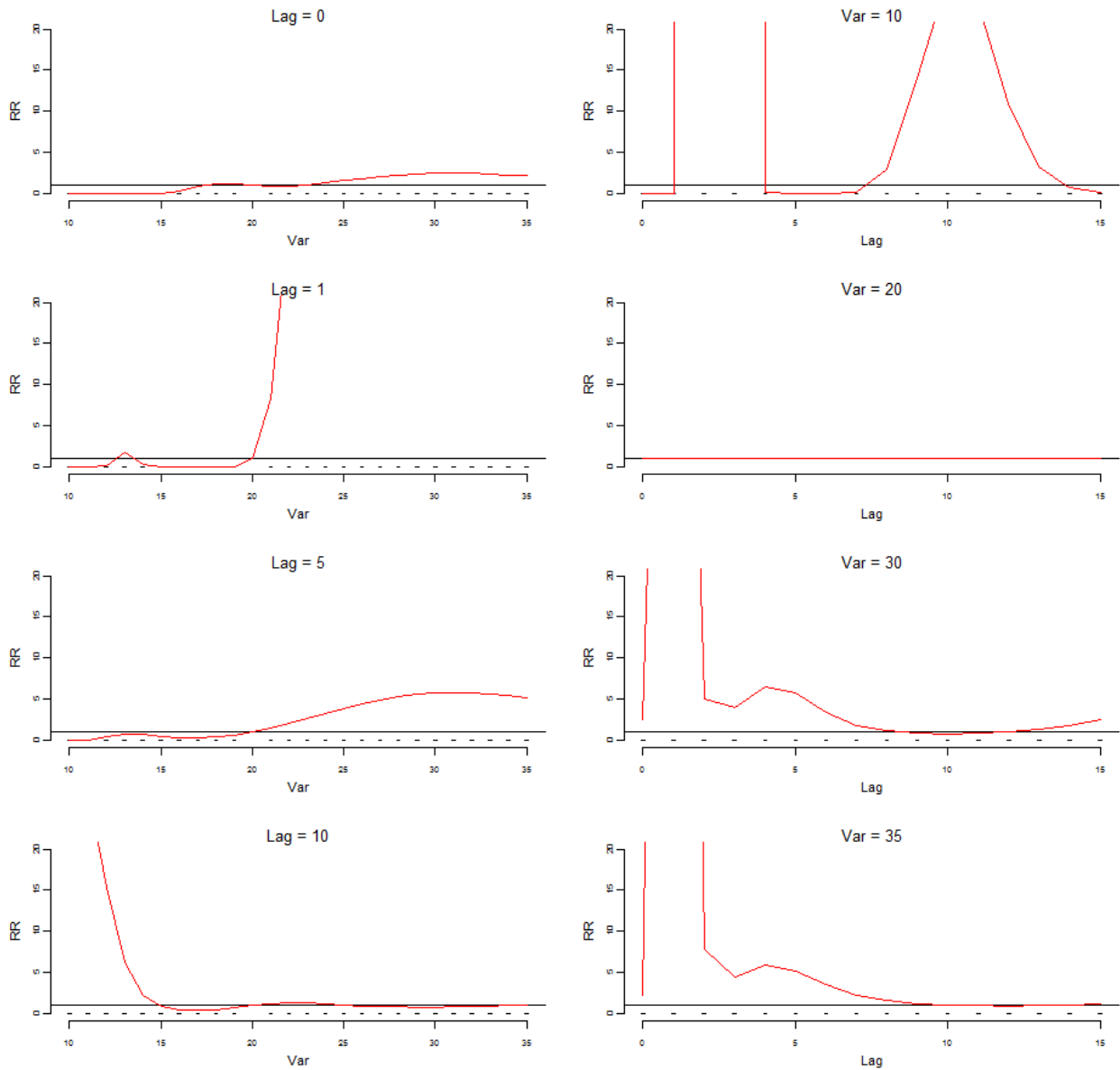


図 10-5. c) 宮城県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

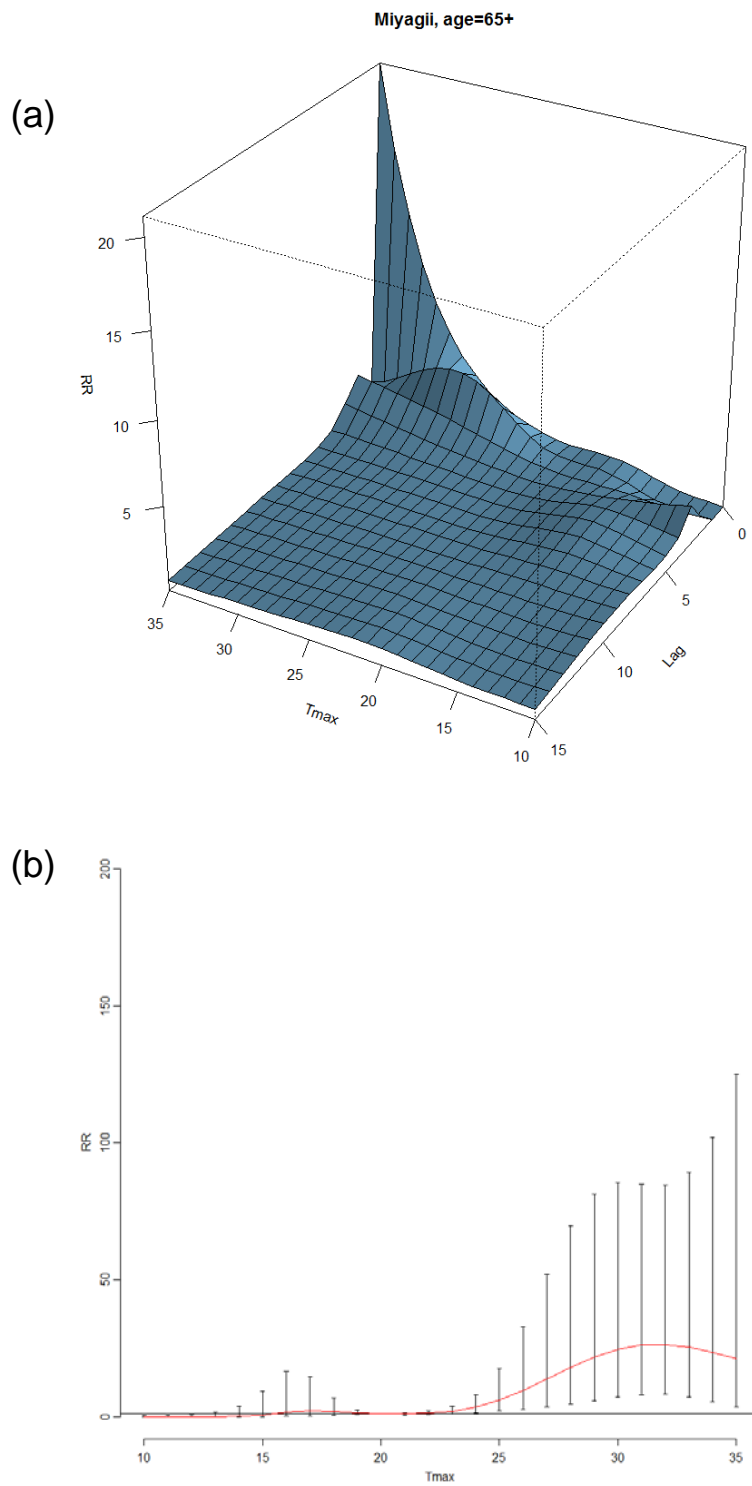


図 10-6. a) 宮城県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 宮城県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax:日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

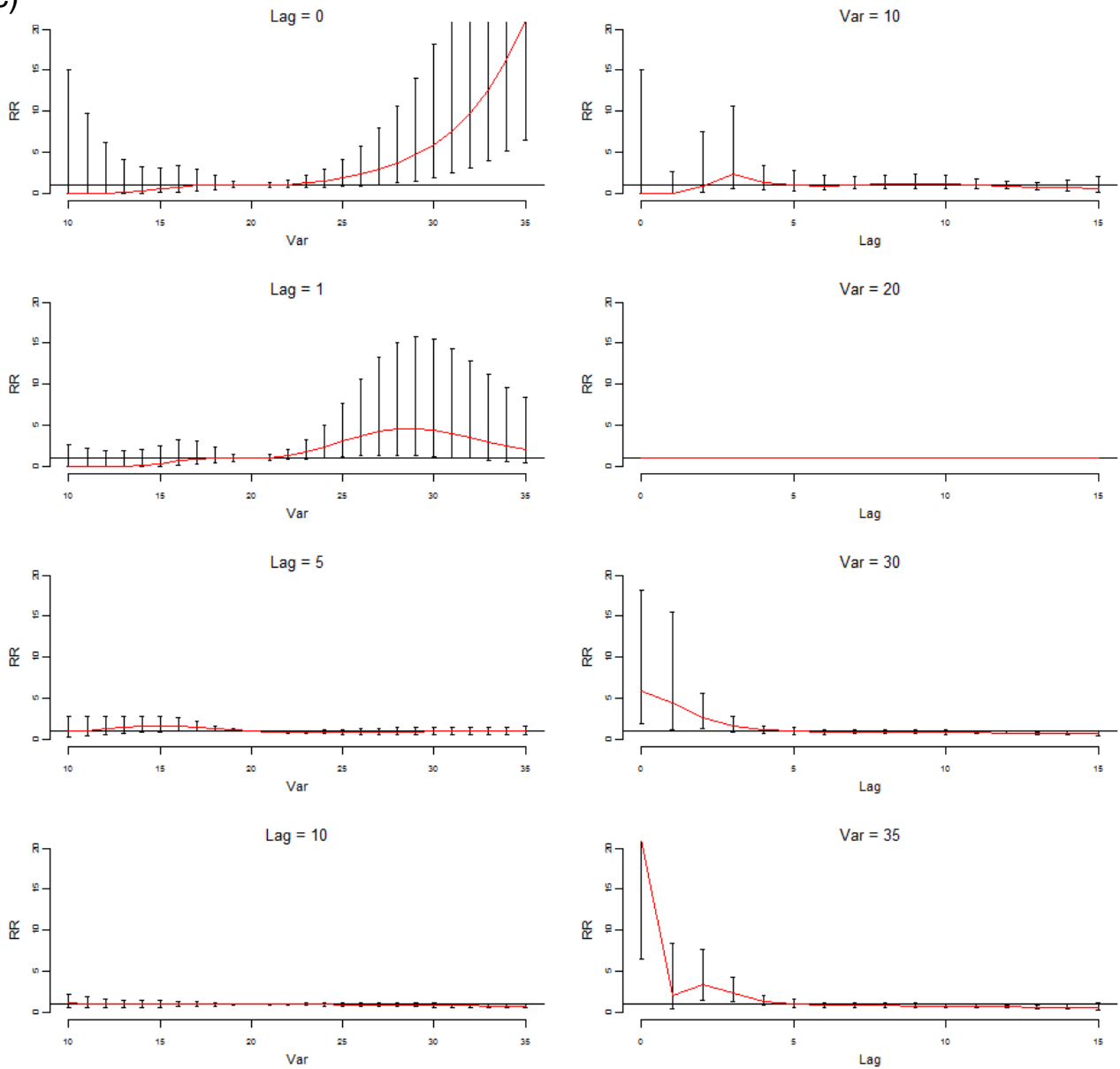


図 10-6. c) 宮城県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)
左列：ラグ日数と相対危険度の関係
右列：日最高気温と相対危険度の関係
Var: 日最高気温 (°C)
RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

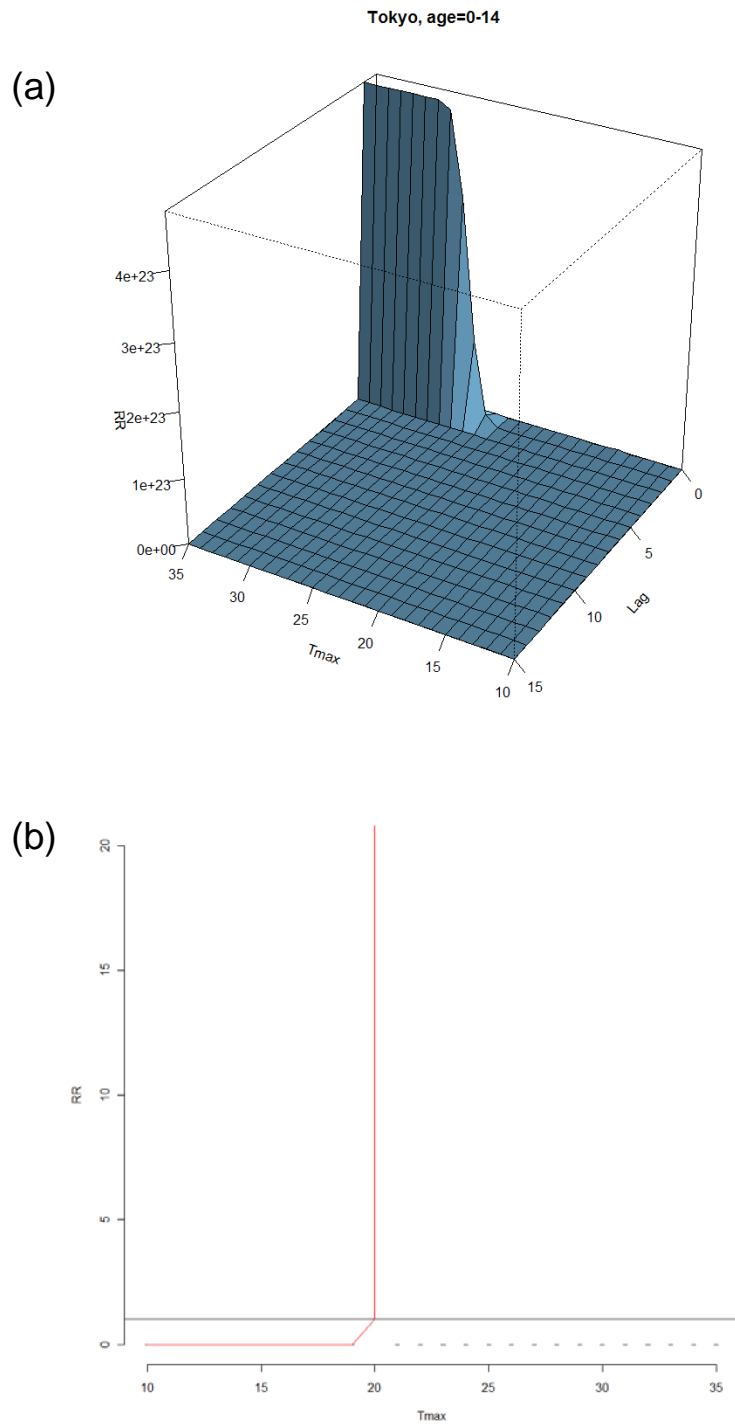


図 10-7. a) 東京都における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

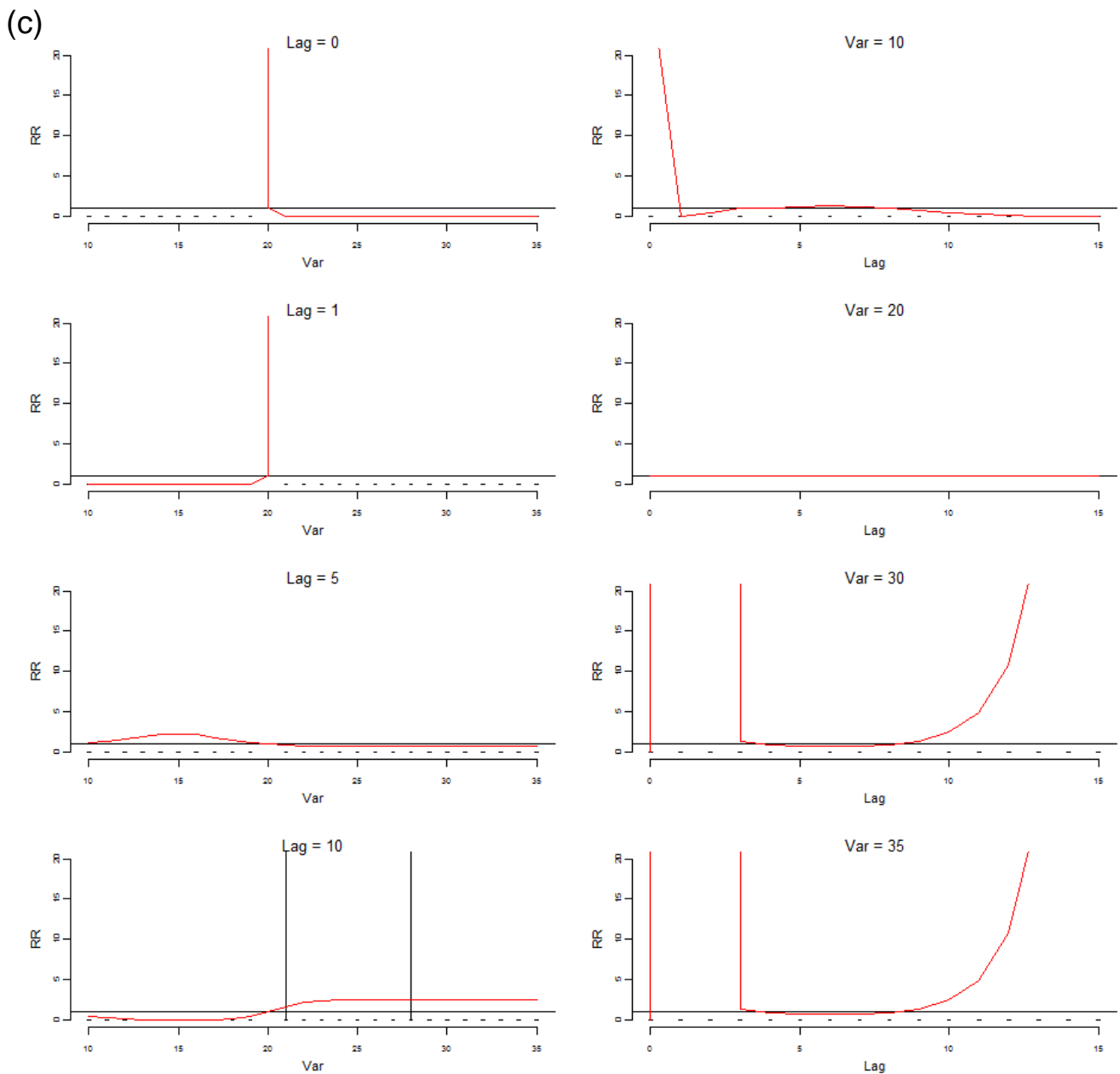


図 10-7. c) 東京都における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

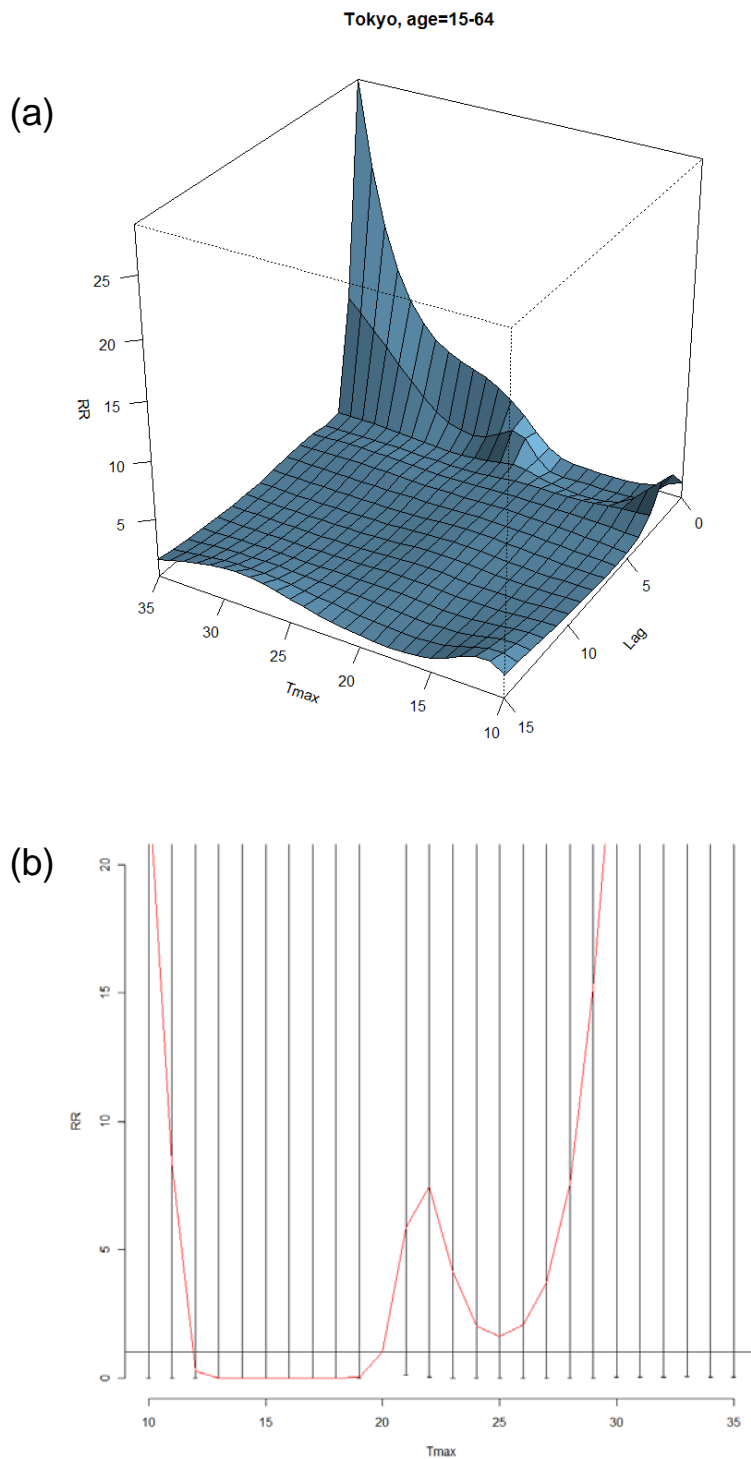


図 10-8. a) 東京都における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

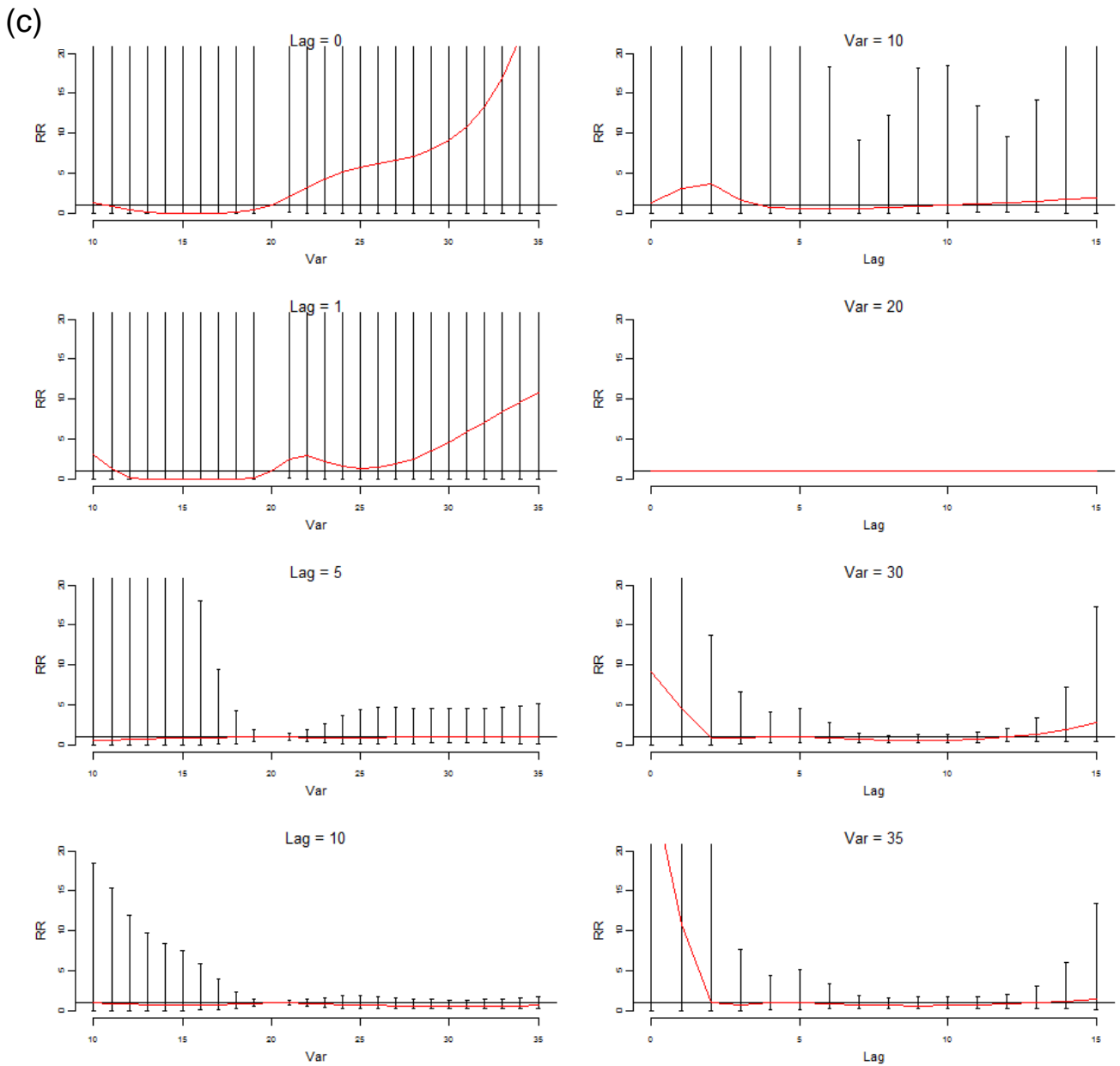


図 10-8. c) 東京都における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)
 左列：ラグ日数と相対危険度の関係
 右列：日最高気温と相対危険度の関係
 Var: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

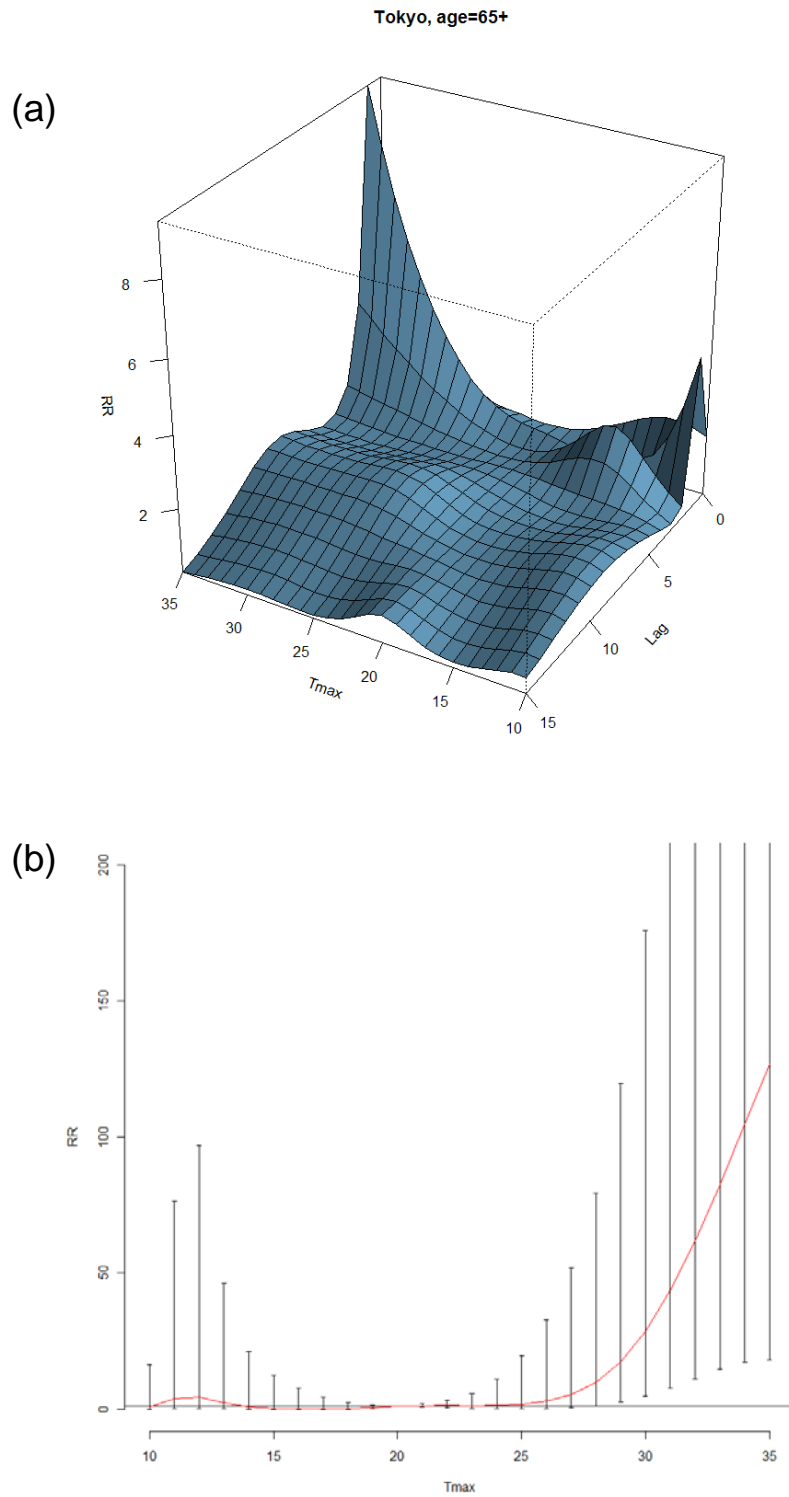


図 10-9. a) 東京都における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 東京都におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

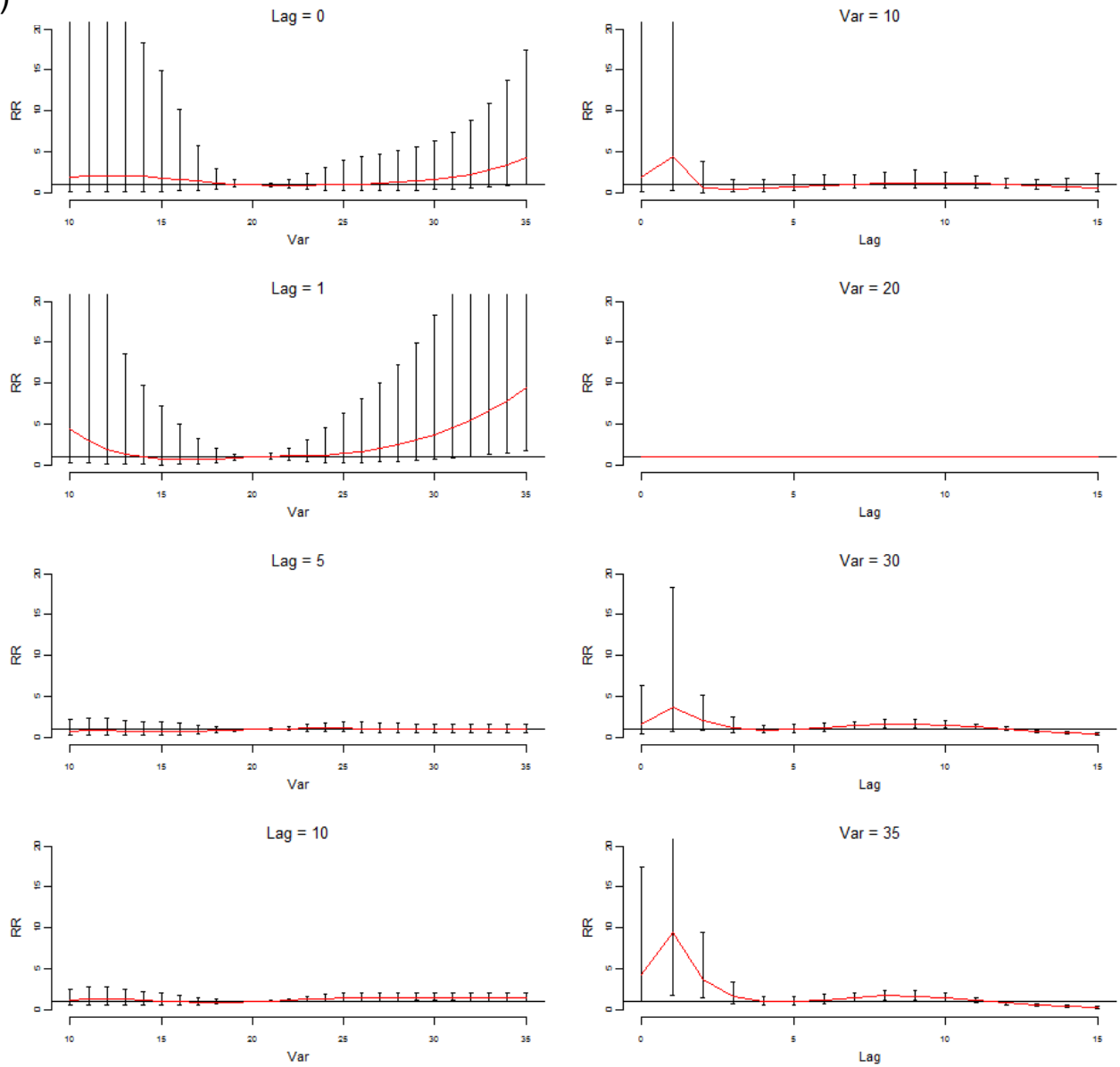


図 10-9. c) 東京都における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

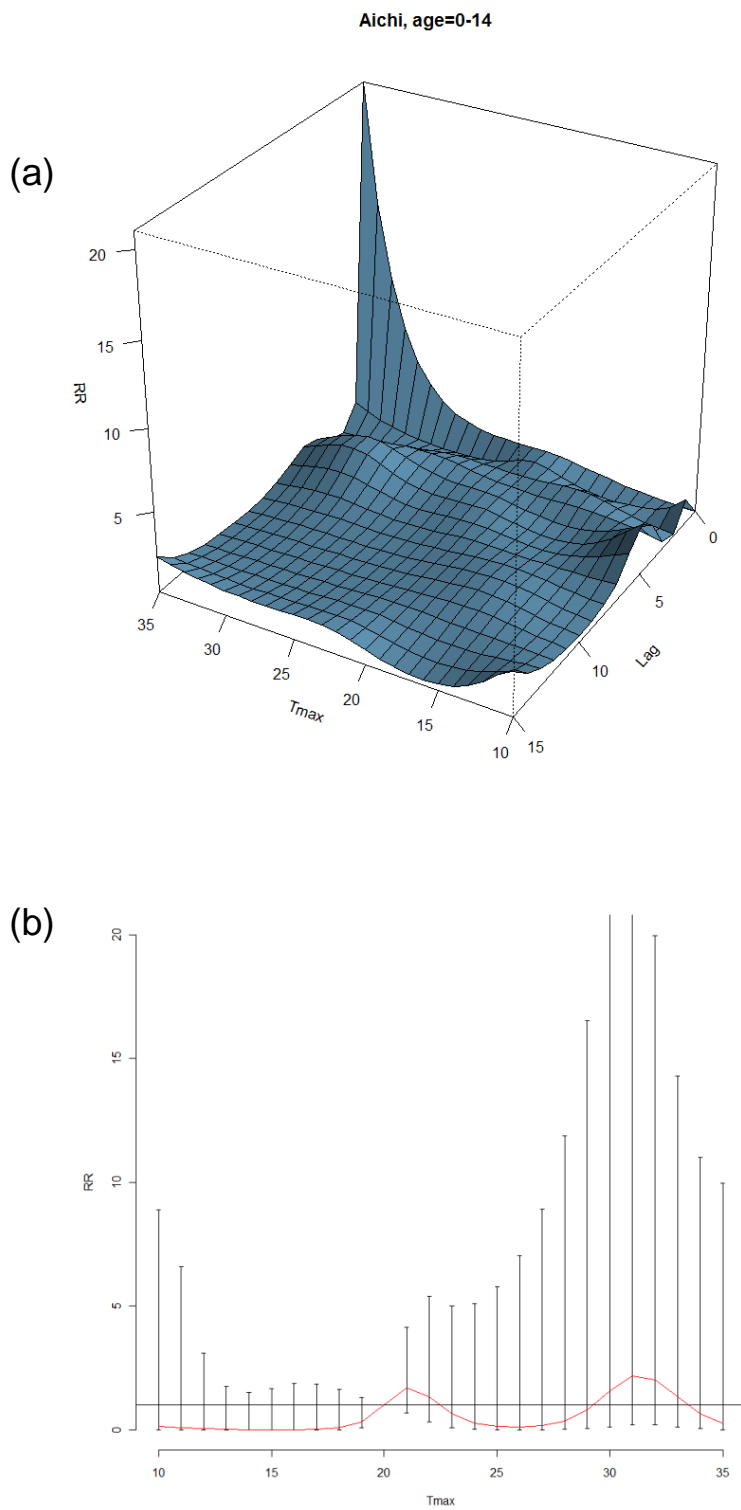


図 10-10. a) 愛知県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

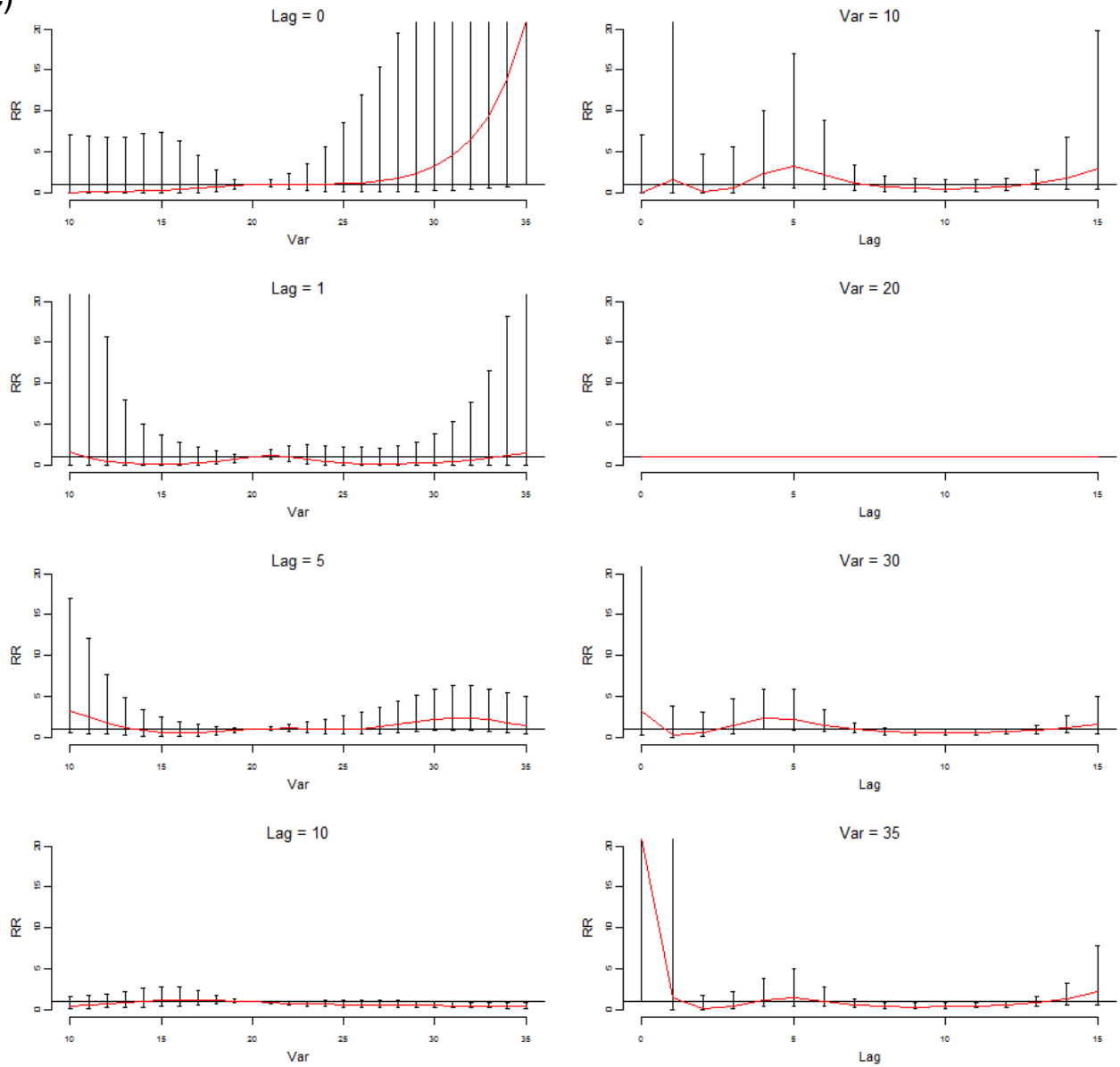


図 10-10. c) 愛知県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)
左列：ラグ日数と相対危険度の関係
右列：日最高気温と相対危険度の関係
Var: 日最高気温 (°C)
RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

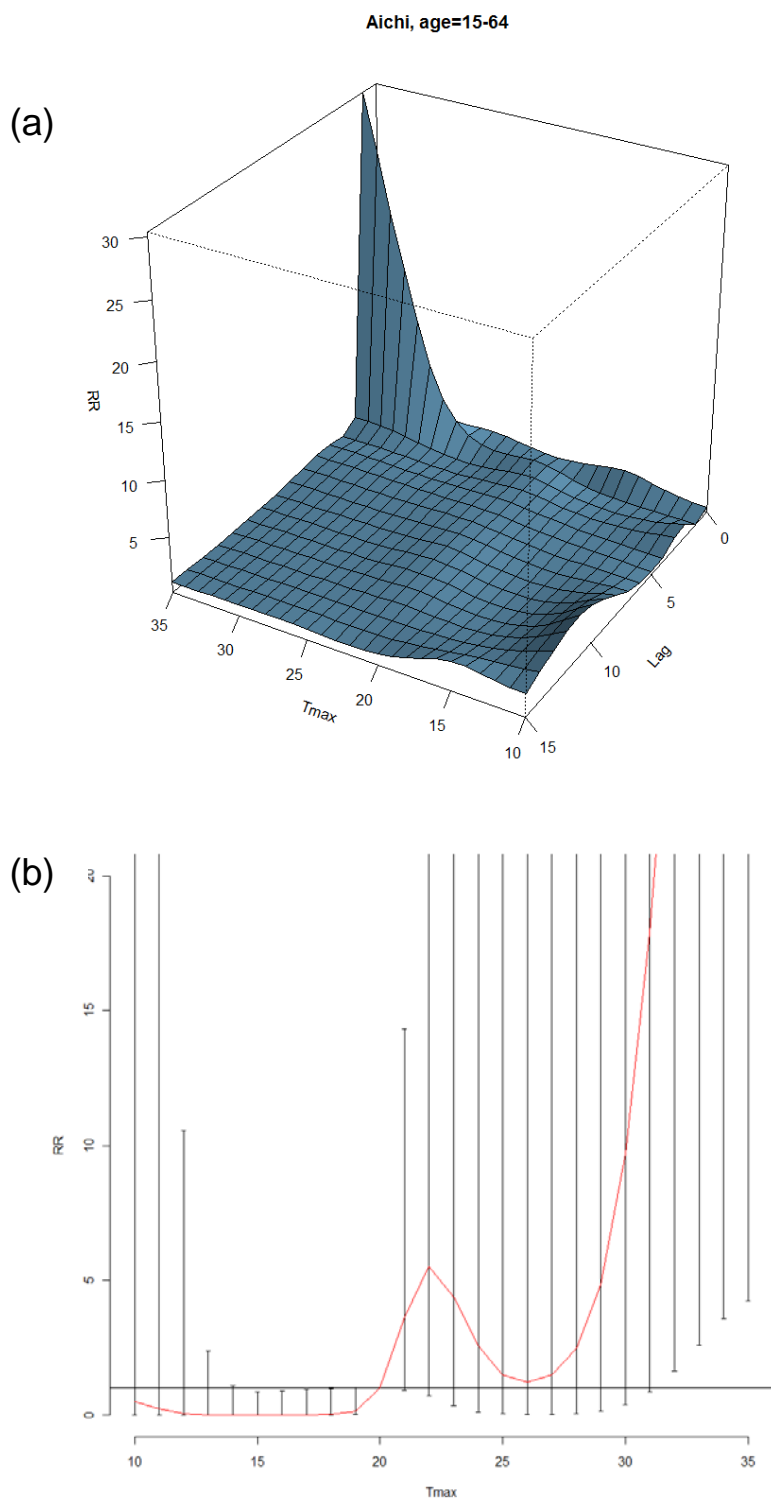


図 10-11. a) 愛知県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

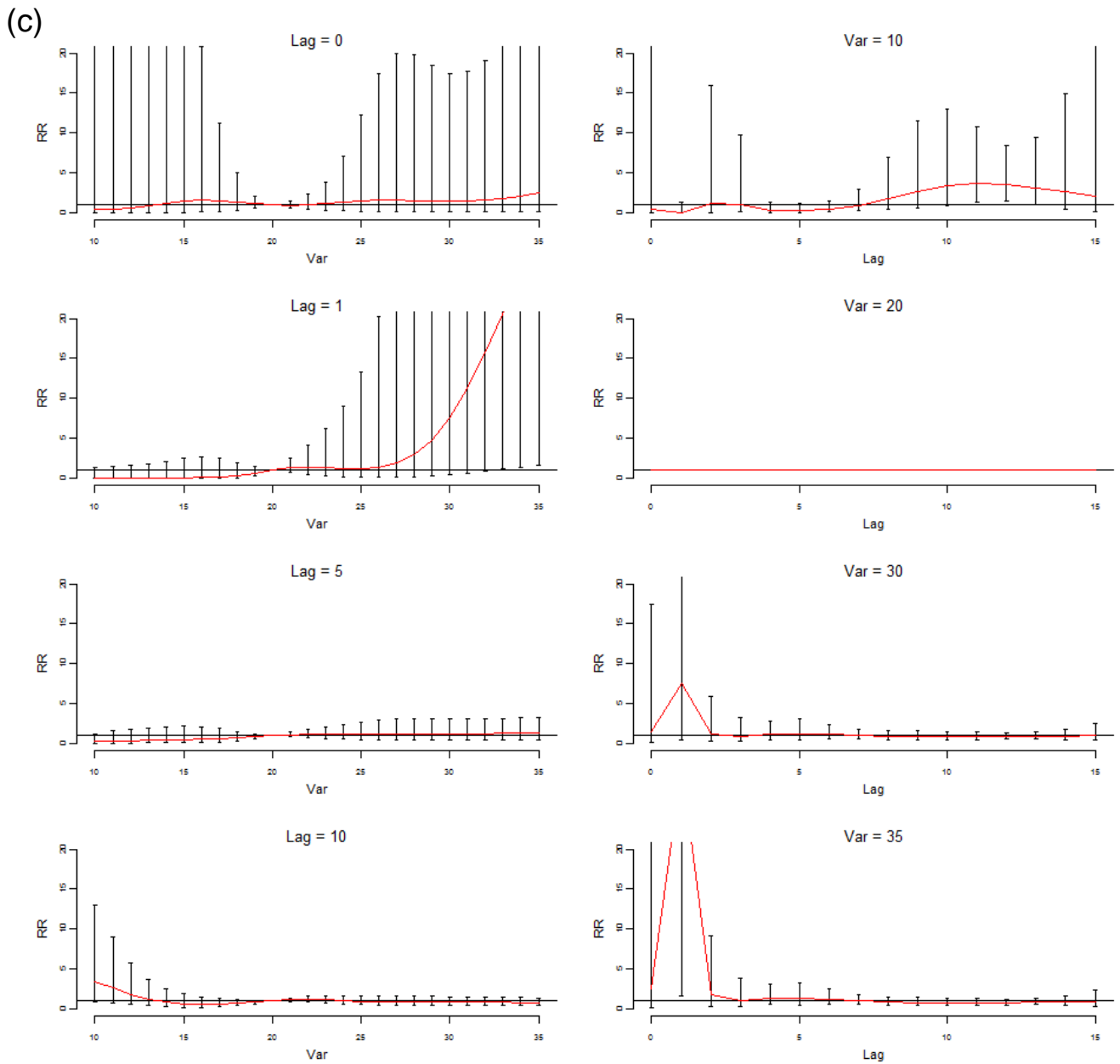


図 10-11. c) 愛知県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

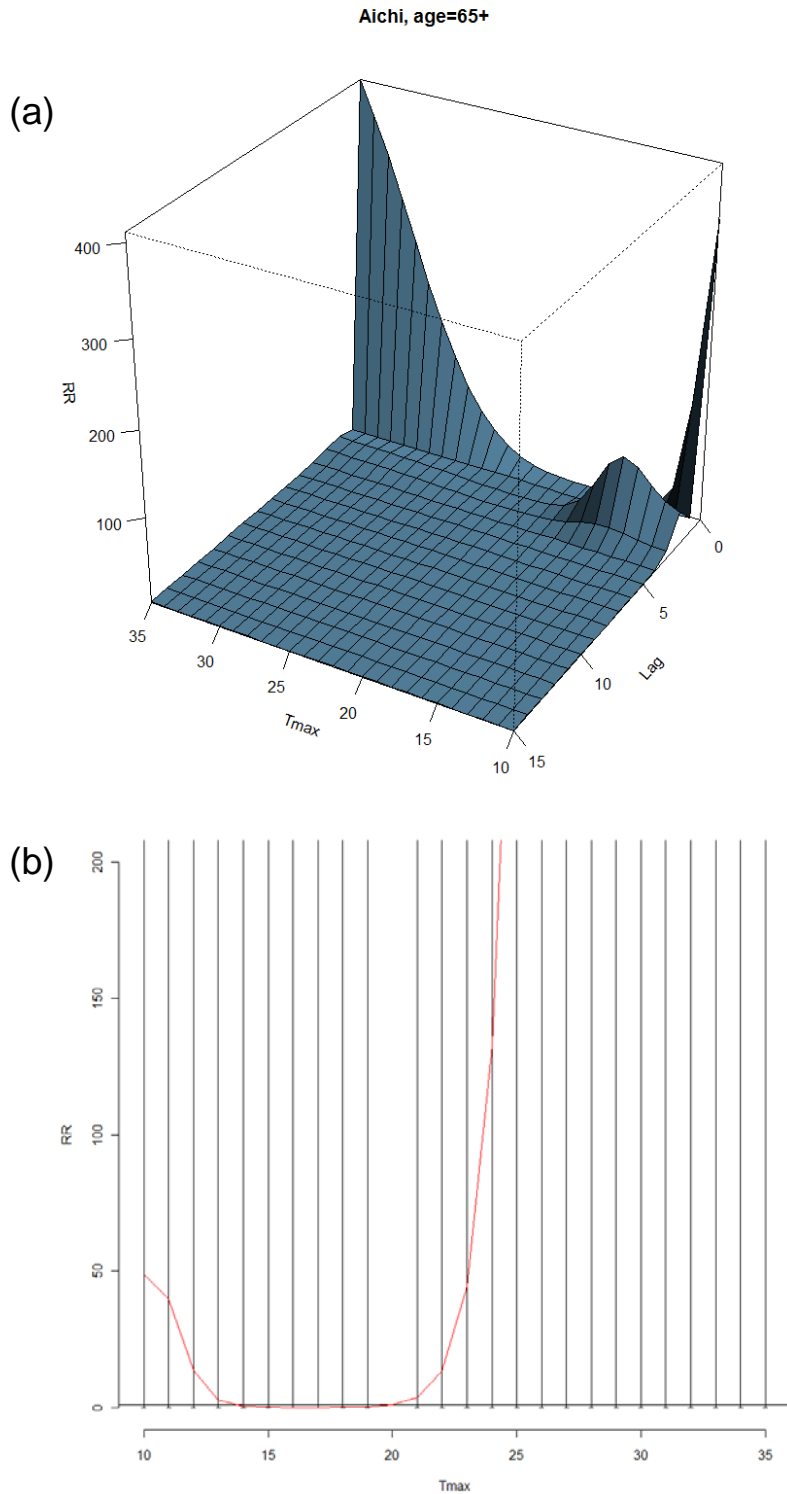


図 10-12. a) 愛知県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 愛知県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

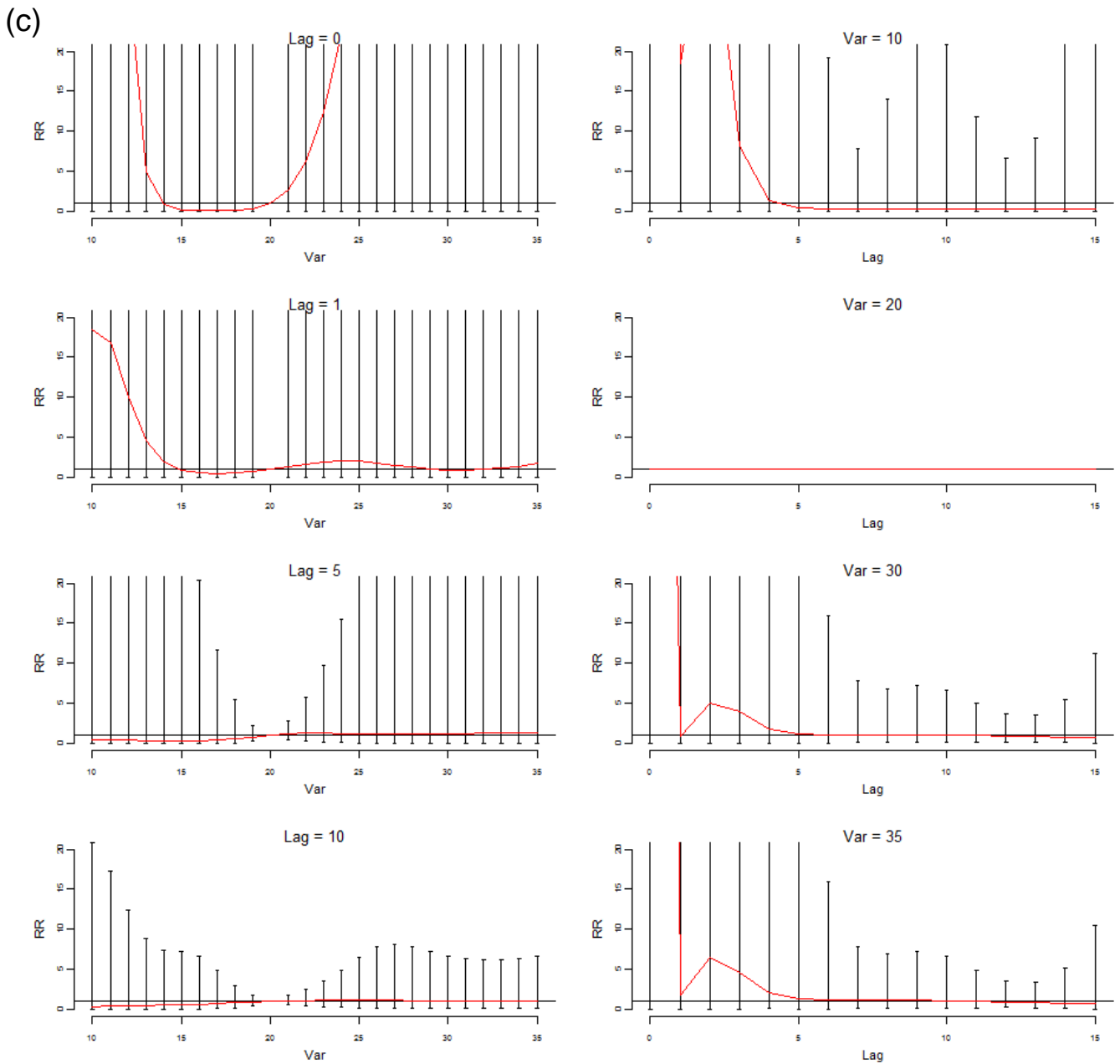


図 10-12. c) 愛知県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

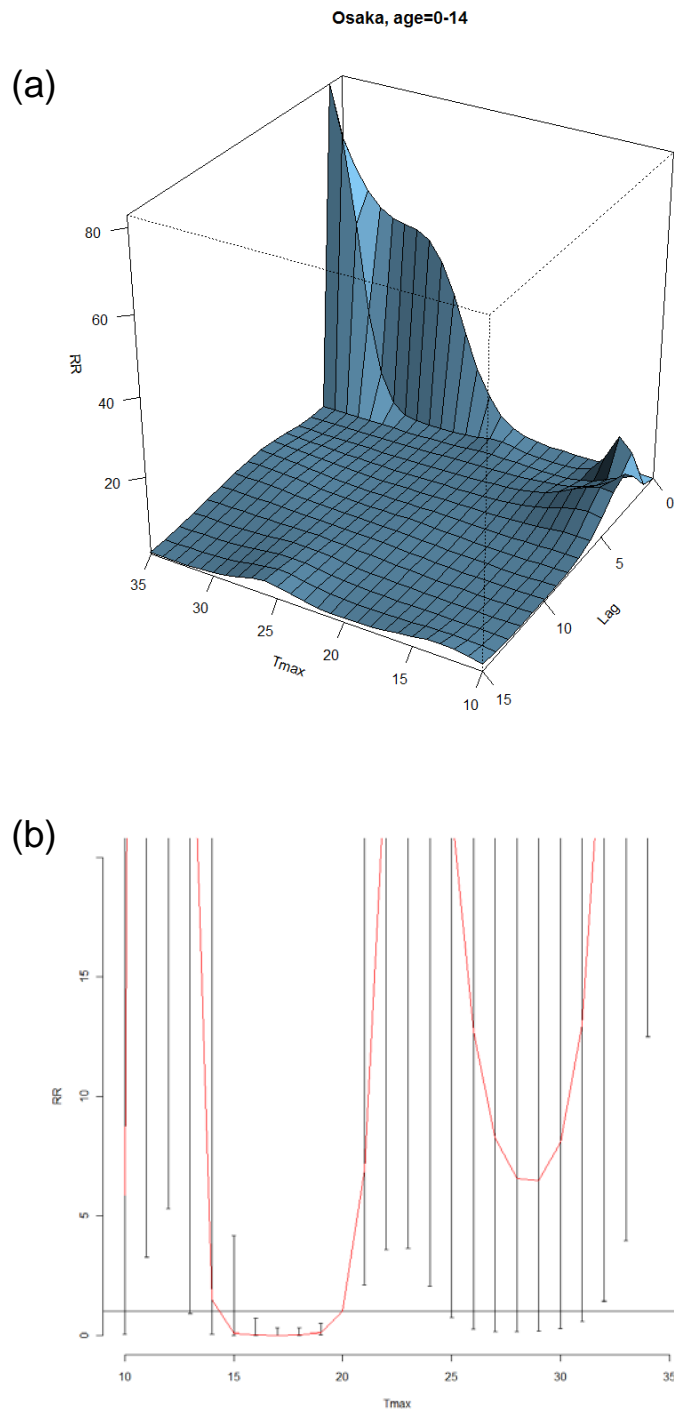


図 10-13. a) 大阪府における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax:日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

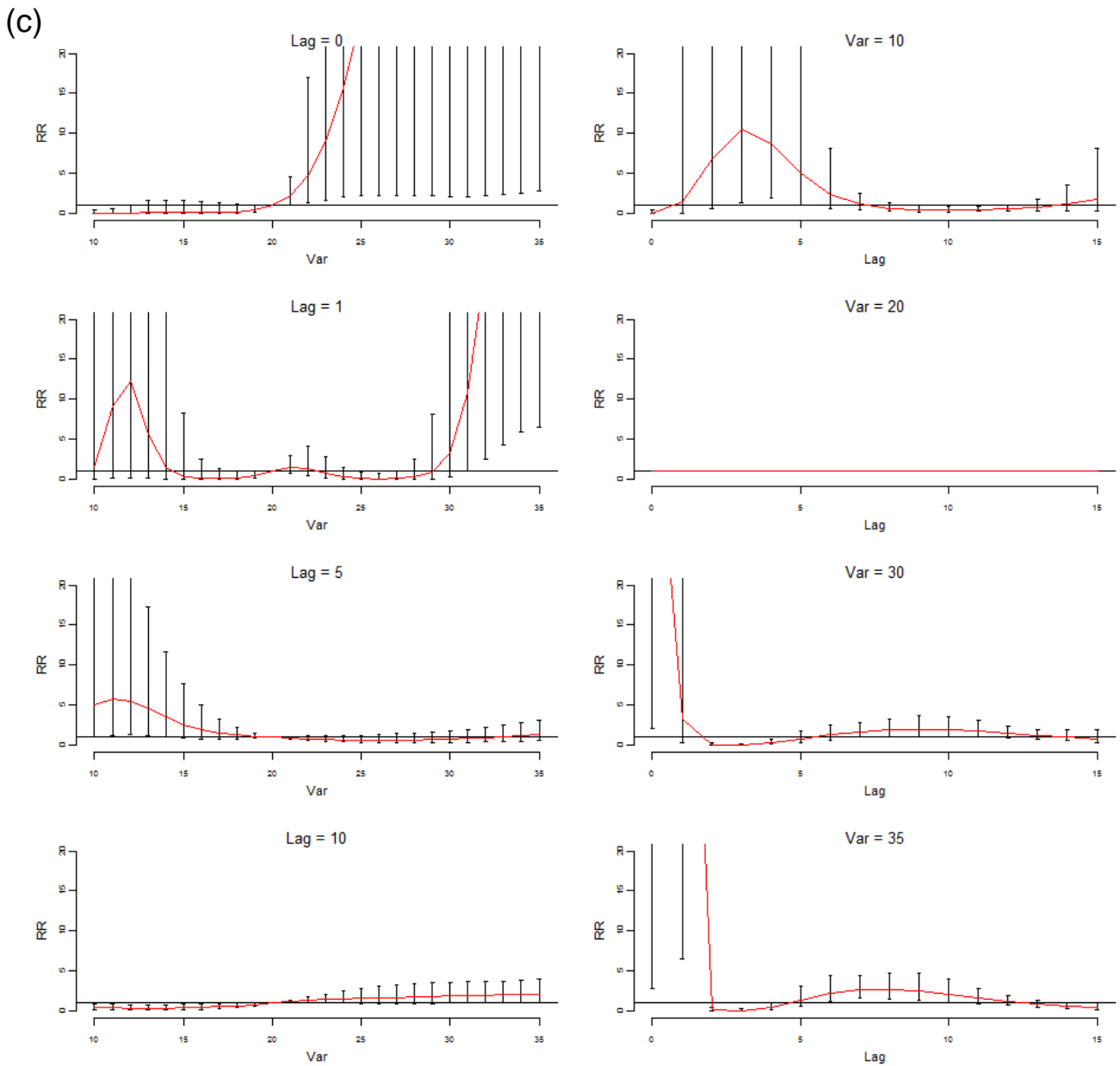


図 10-13. c) 大阪府における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)
 左列：ラグ日数と相対危険度の関係
 右列：日最高気温と相対危険度の関係
 Var: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

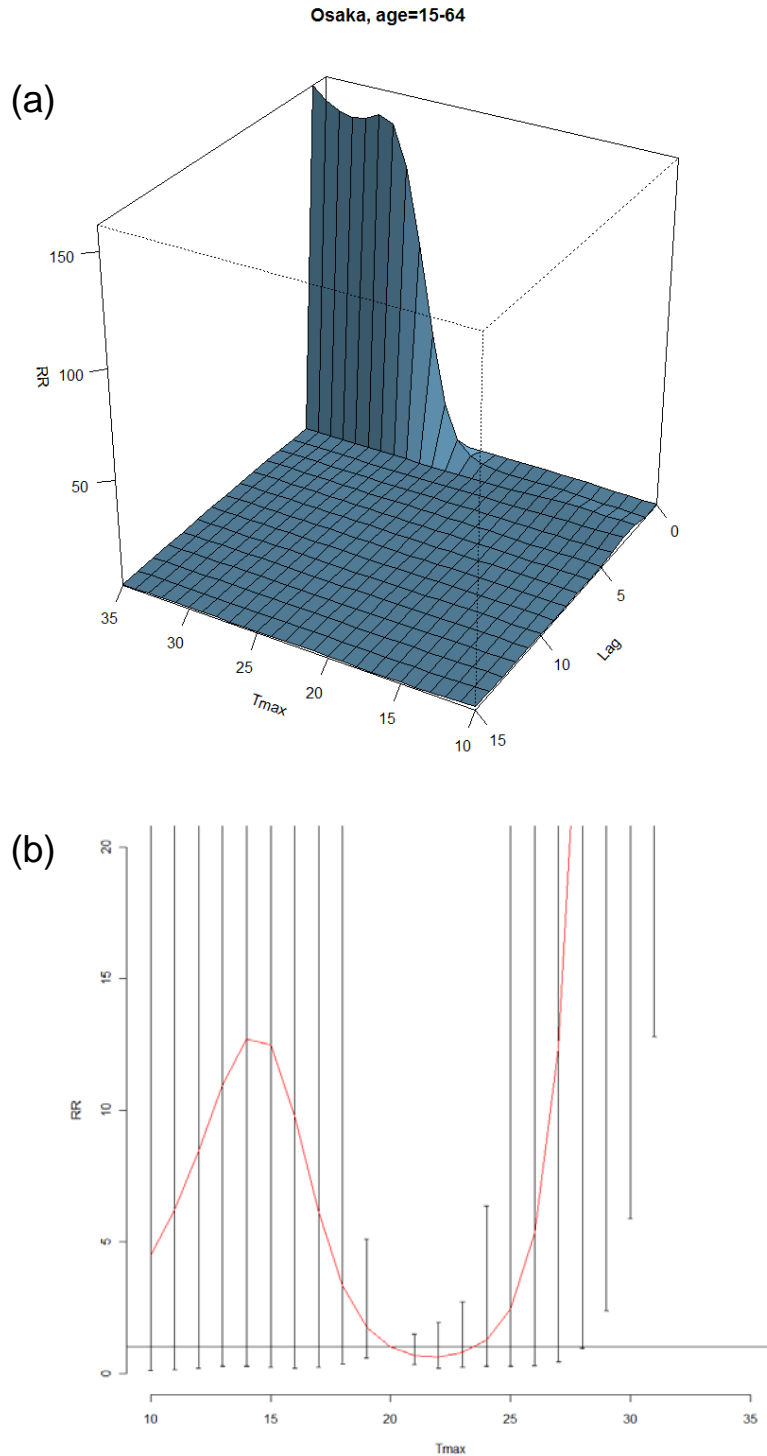


図 10-14. a) 大阪府における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

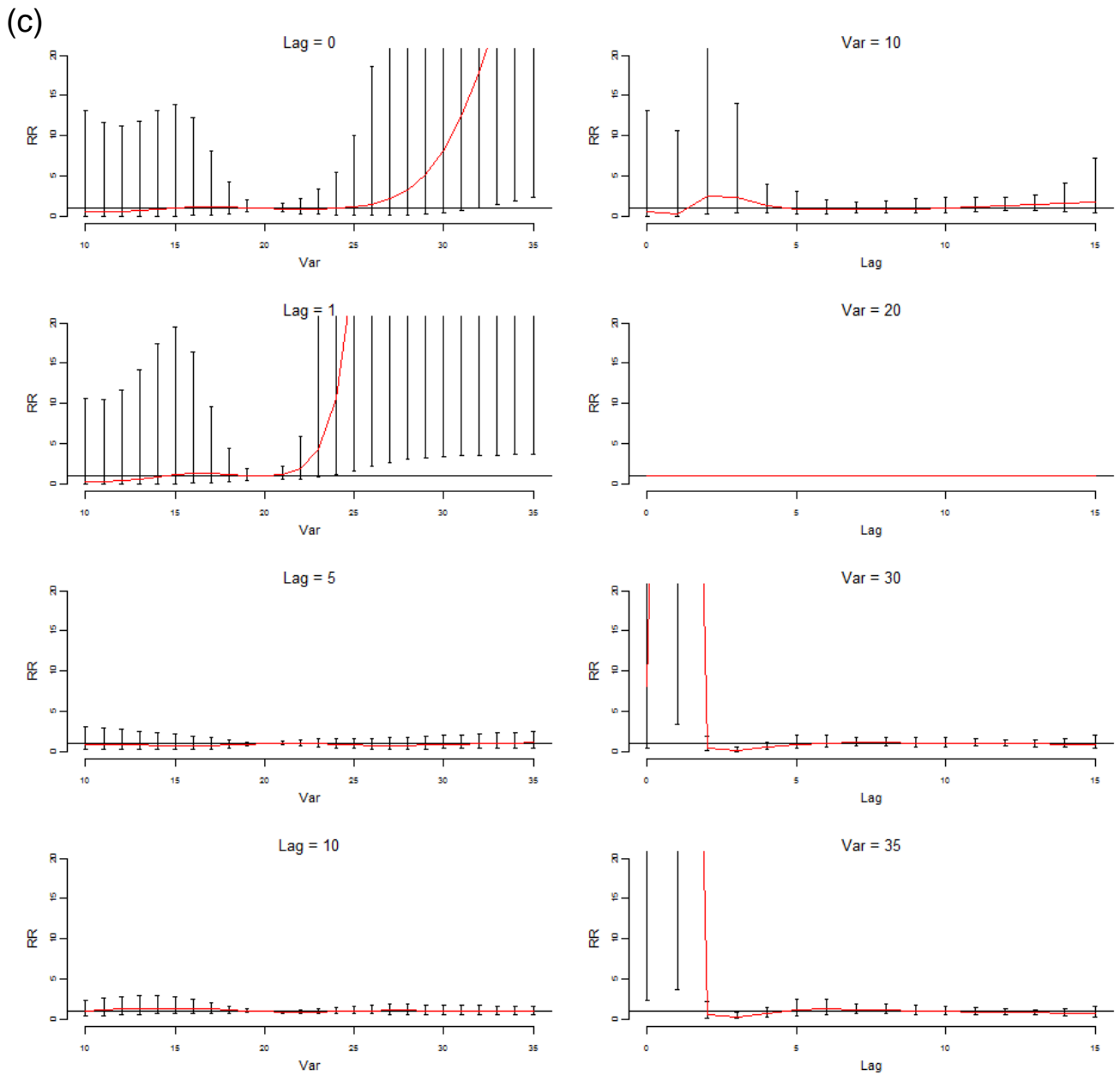


図 10-14. c) 大阪府における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

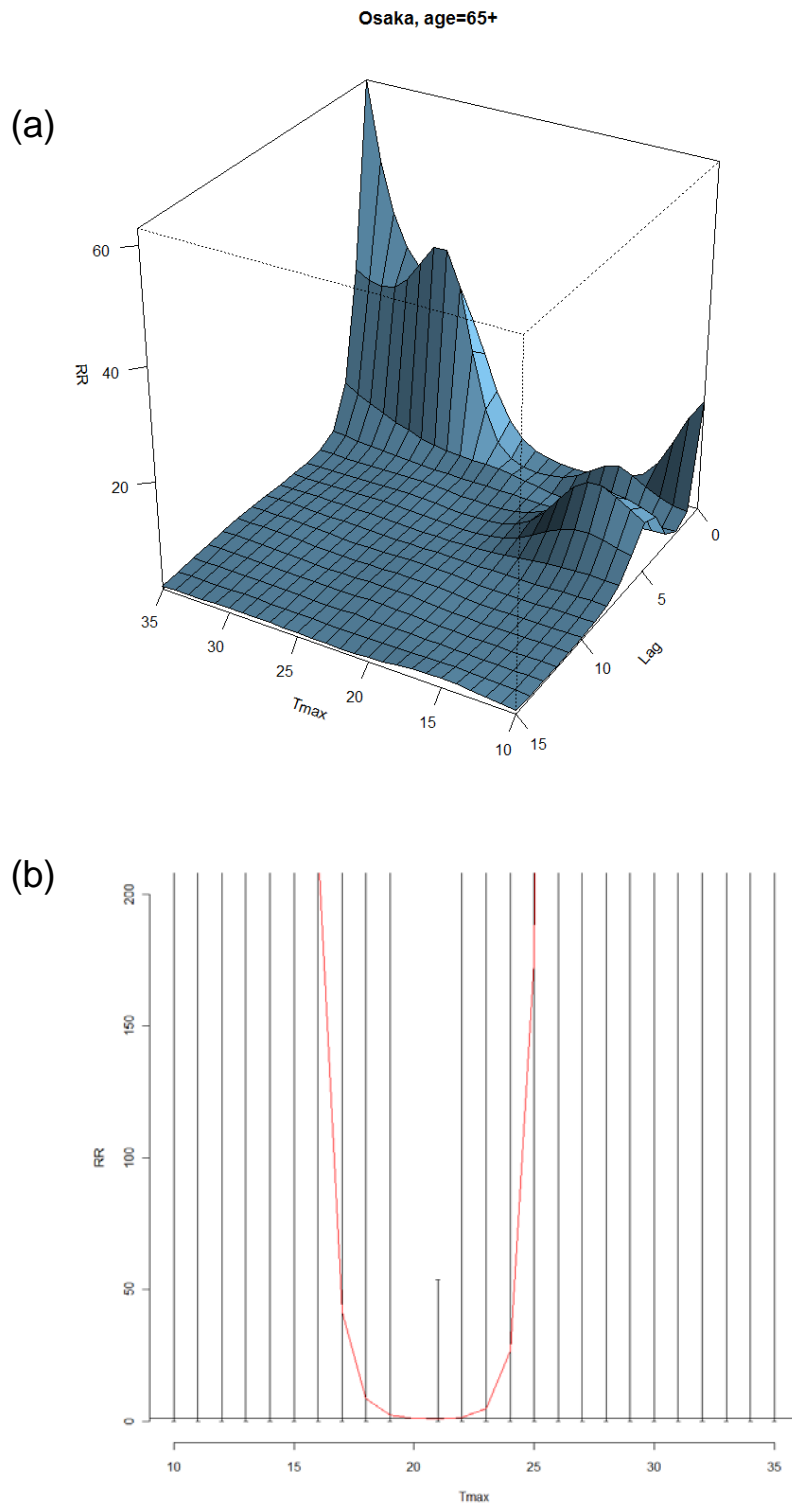


図 10-15. a) 大阪府における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 大阪府におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

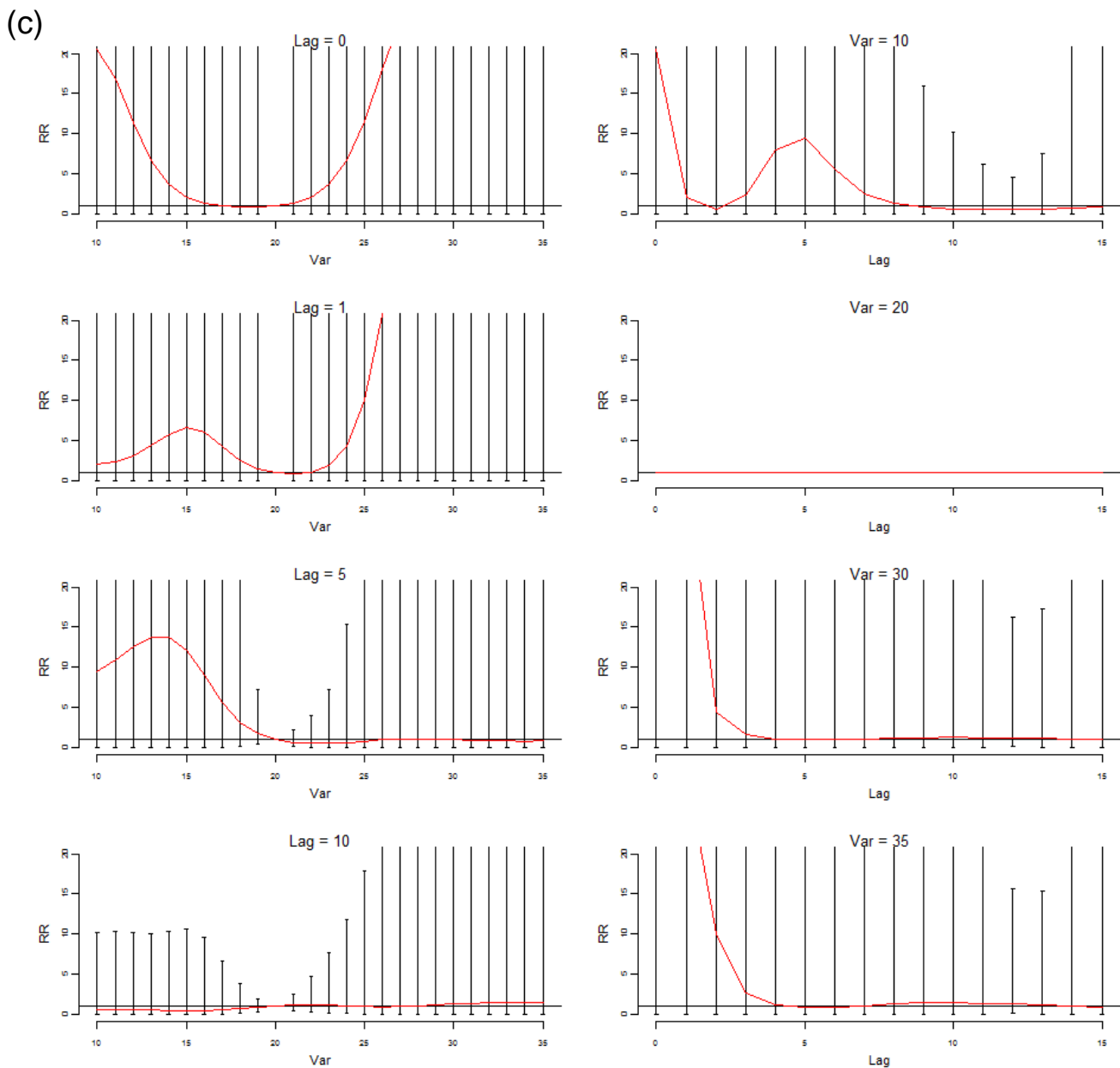


図 10-15. c) 大阪府における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)
 左列：ラグ日数と相対危険度の関係
 右列：日最高気温と相対危険度の関係
 Var: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

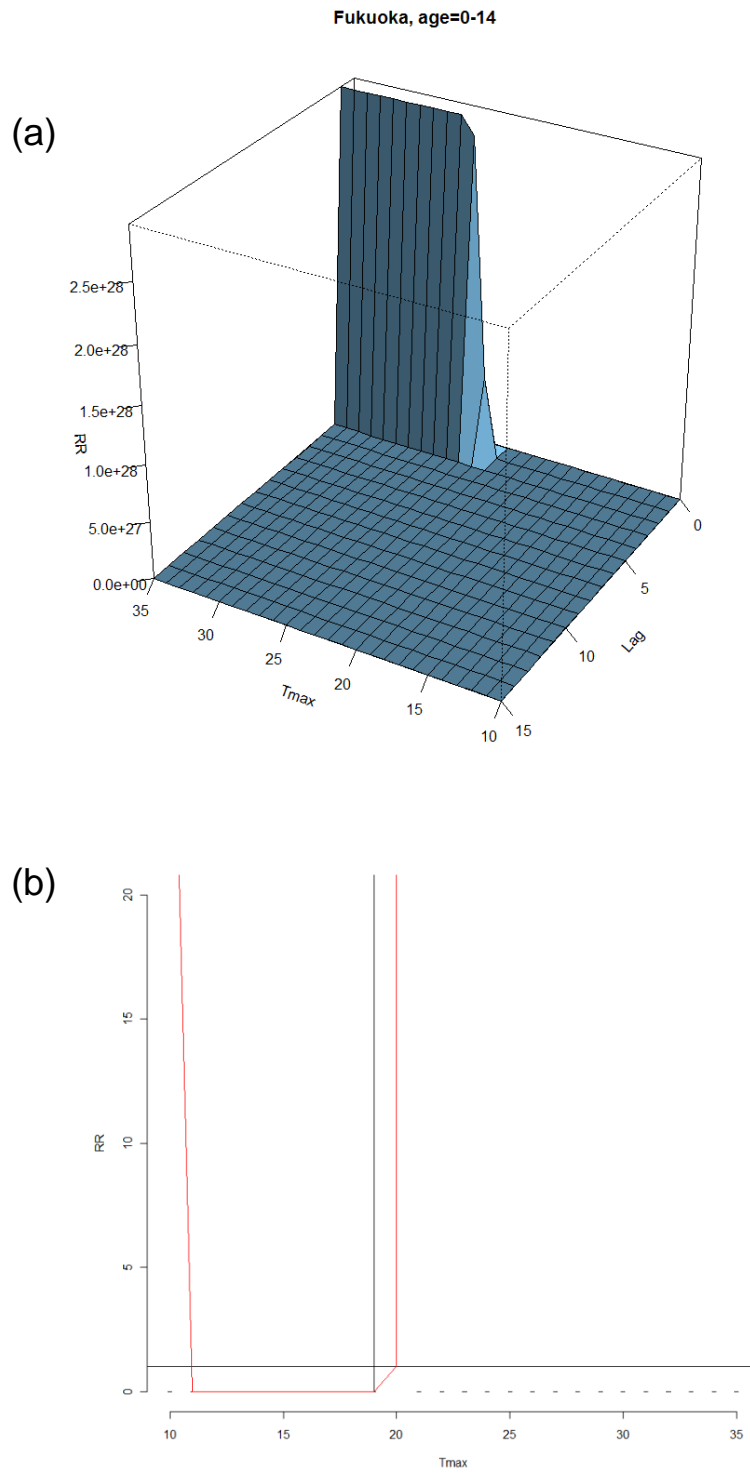


図 10-16. a) 福岡県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (0-14 歳)
 b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR : 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

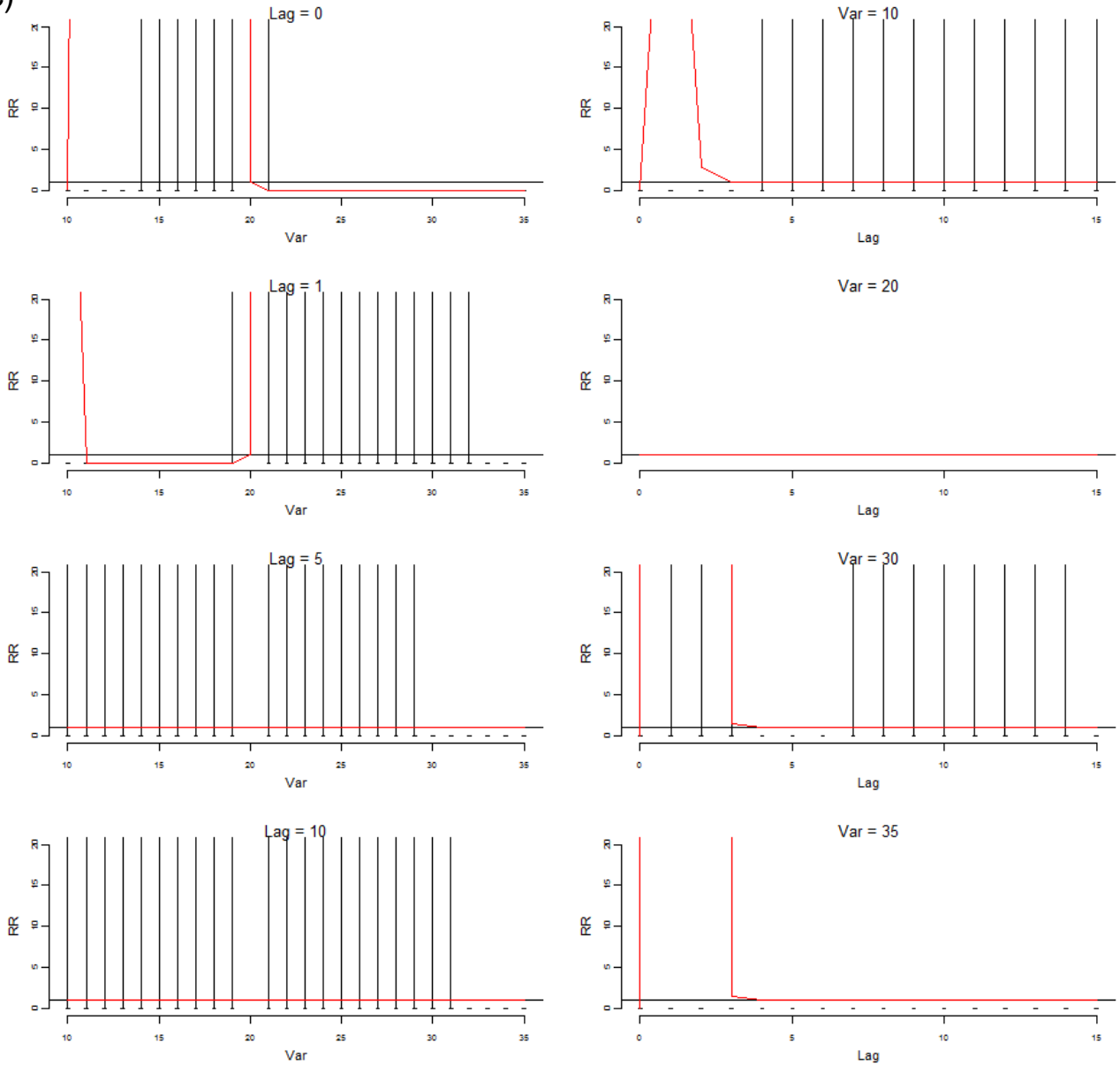


図 10-16. c)福岡県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (0-14 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

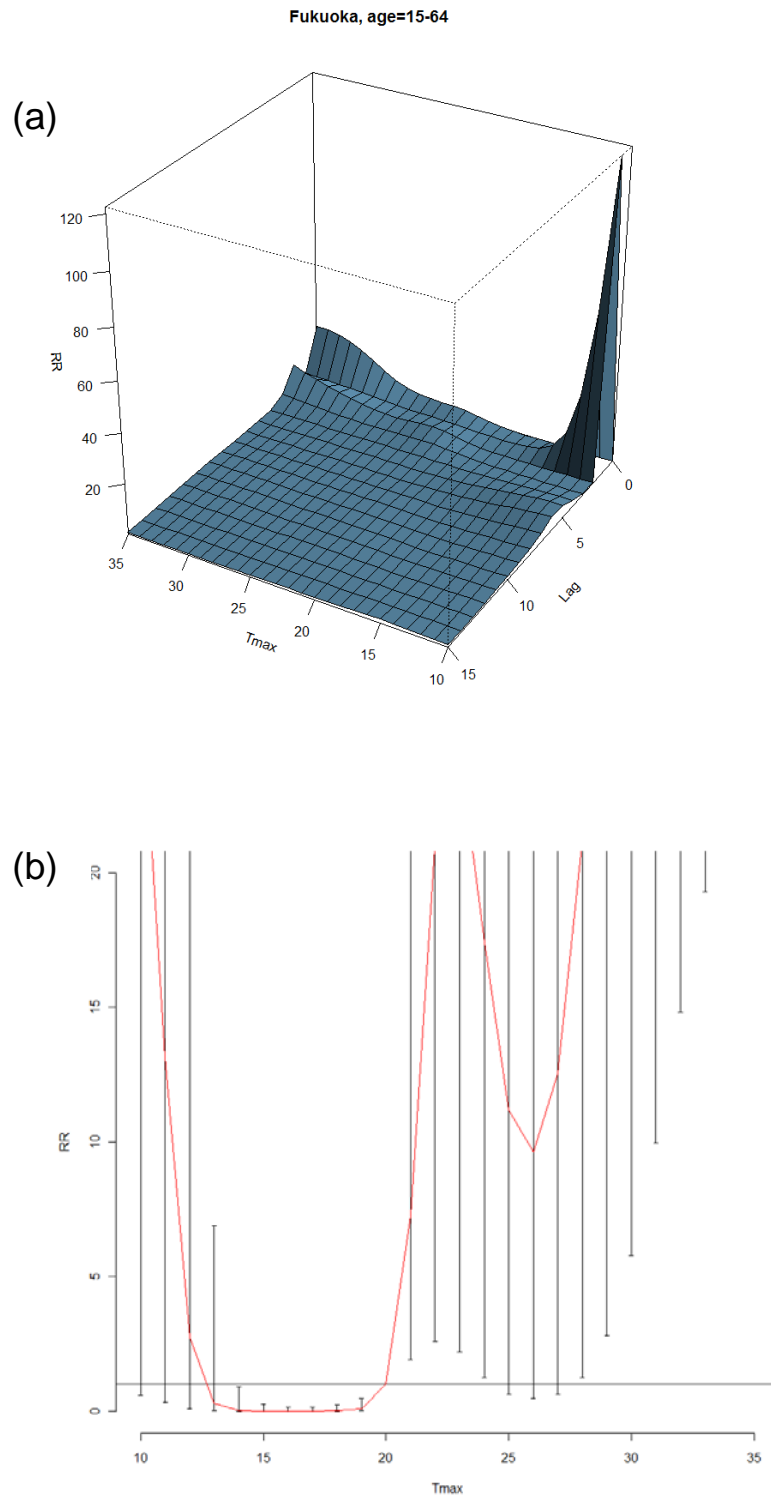


図 10-17. a) 福岡県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (15-64 歳)
 b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

(c)

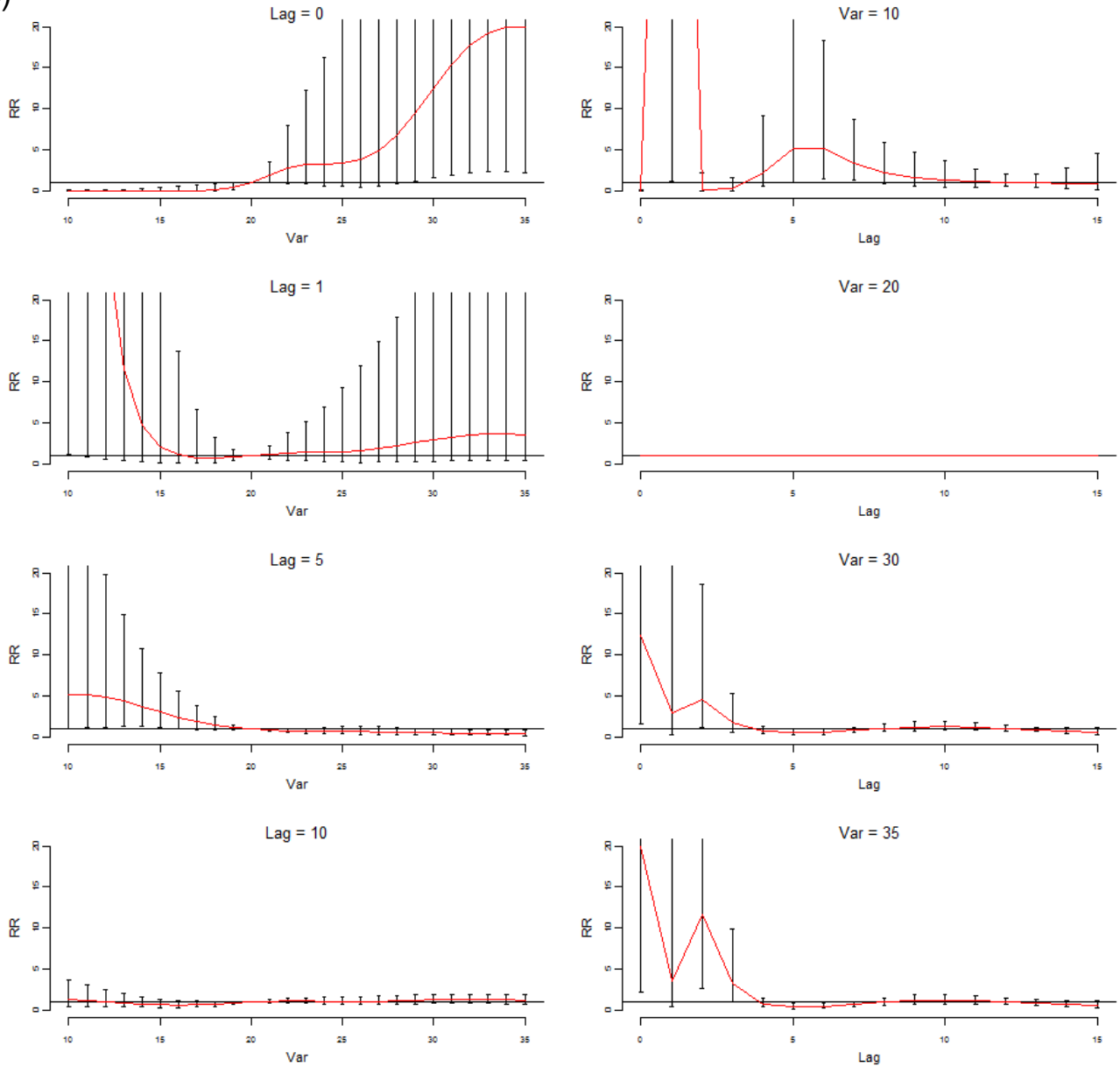


図 10-17. c) 福岡県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (15-64 歳)

左列：ラグ日数と相対危険度の関係

右列：日最高気温と相対危険度の関係

Var: 日最高気温 (°C)

RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

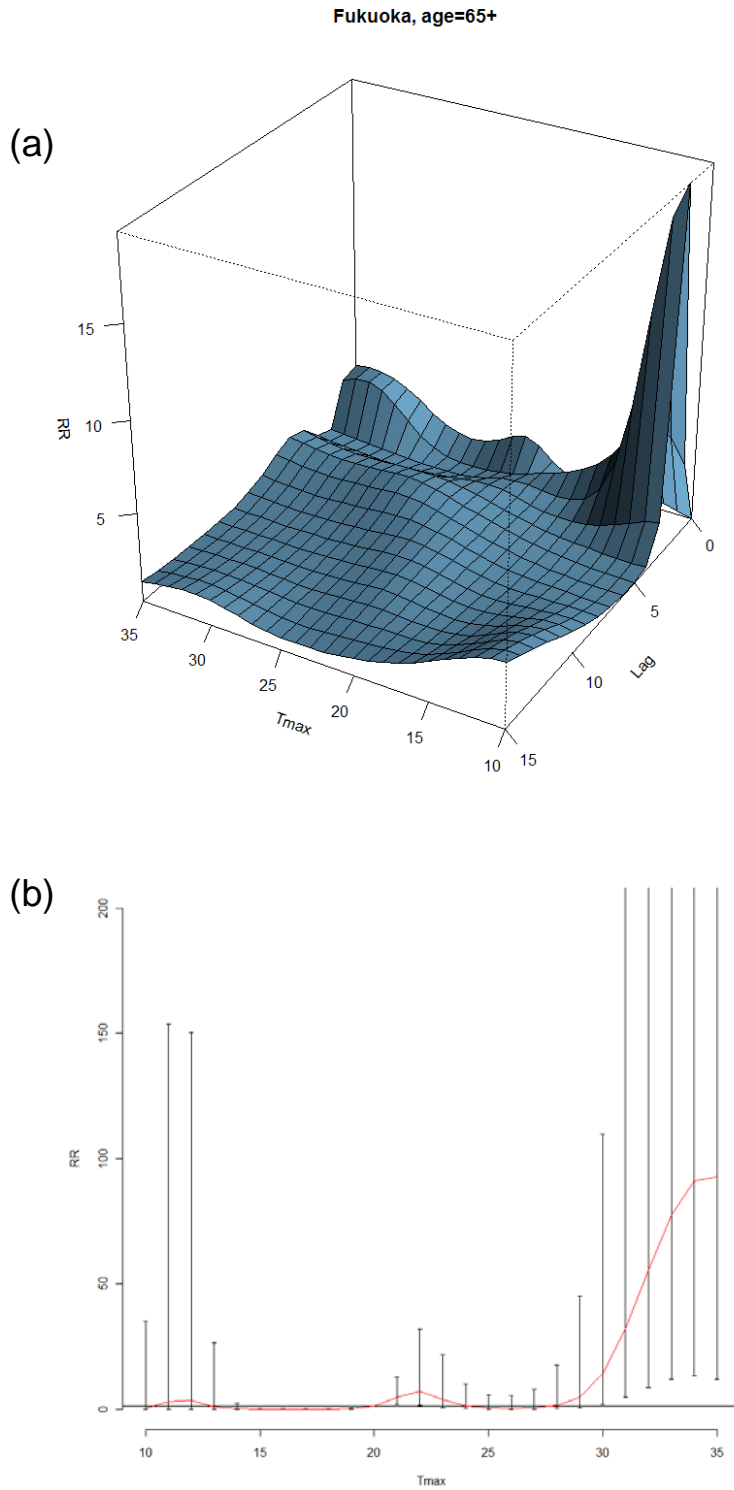


図 10-18. a) 福岡県における気温、過度の高温死の RR、ラグの 3D plot (65 歳以上)
 b) 福岡県におけるラグモデルを使用した overall 解析
 Tmax: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°C を基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

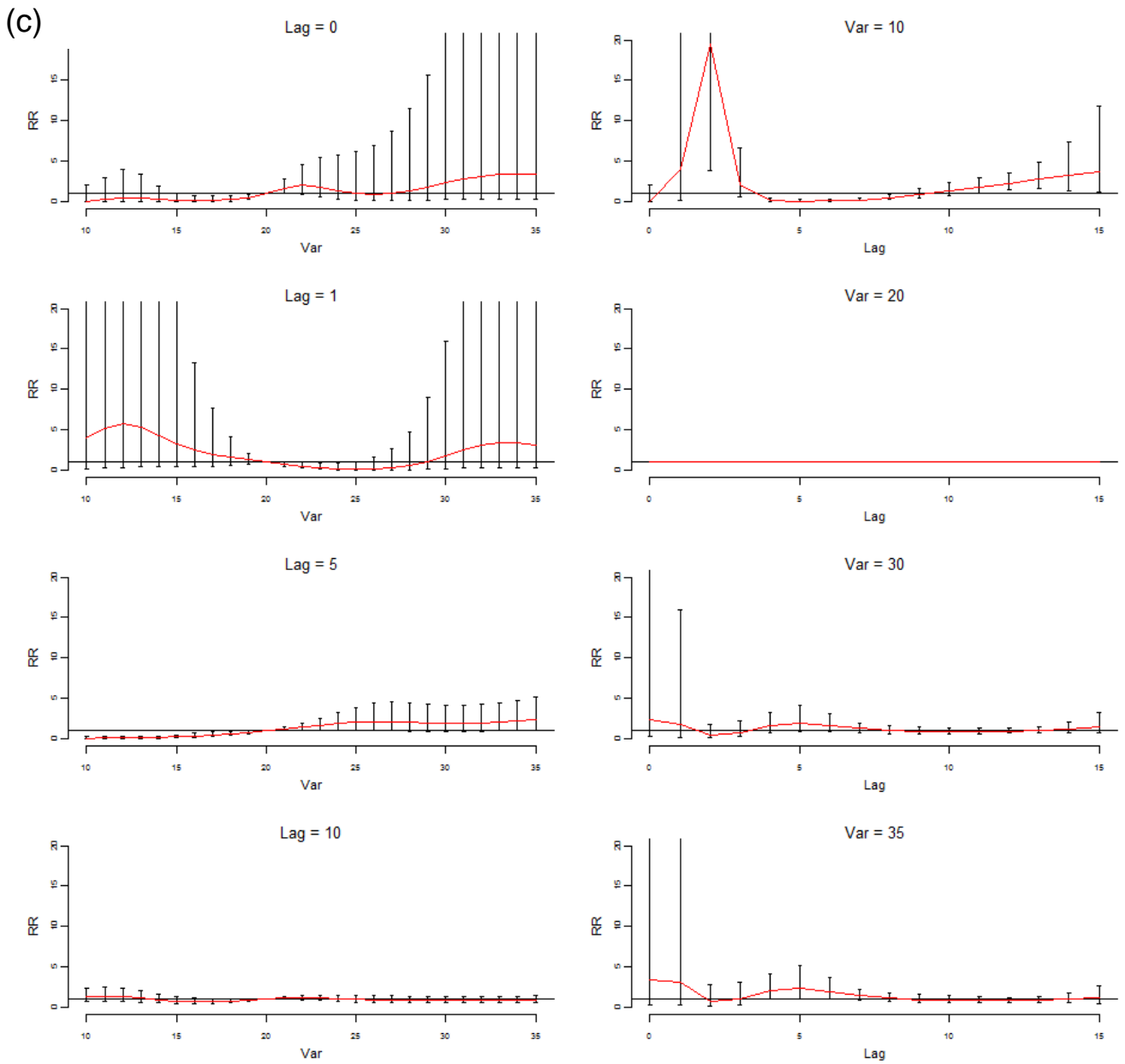


図 10-18. c) 福岡県における過度の高温死の RR とラグ日数、気温の関係 (65 歳以上)
 左列：ラグ日数と相対危険度の関係
 右列：日最高気温と相対危険度の関係
 Var: 日最高気温 (°C)
 RR: 20°Cを基準とした自然の過度の高温への曝露による死亡についての相対危険度

謝辞

本論文を結ぶにあたり、多くの方々からのご指導とご支援を賜りました。特にヒューマン・ケア科学所属の本田靖教授より懇切丁寧なご指導を賜り、心より御礼申し上げます。また、保健医療政策学分野の大久保一郎教授には研究室ゼミにおける的確なご示唆ならびにご助言を、近藤正英准教授には学会発表や論文投稿、本論文執筆において終始丁寧なご指導をいただきました。心より感謝いたします。さらに、研究室の先輩として貴重なご意見をくださった中澤浩一博士、杉本和俊博士、Dr. Victoria Victoria、それから留学中、大変お世話になったオークランド大学の Glenn McGregor 教授、David Lau 助手、統計解析の手ほどきをしてくださった Dr. Yoonhee Kim、大学院生の Ning Li 氏と Xuxu Wang 氏に深く感謝しております。そして、研究の道に導いてくださった恩師の筑波大学医学医療系川口孝泰教授に深謝申し上げます。また、日頃よりお世話になりました保健医療政策学研究室の皆様、および調査にご協力頂いた多くの皆様に厚く御礼申し上げます。

最後に、長きにわたり大学院生活を心強く励まし支えてくれた夫と父、母、妹、家族の皆様には深く感謝の意を表します。ありがとうございました。

2015年3月

参考論文

水口恵美子, 中澤浩一, 萱場桃子, 近藤正英, 本田靖. (2014). 夏季における高齢者の冷房装置使用の調査:2010—2011 の比較. *日本生気象学会雑誌*. 51(1),9-21.

[日本生気象学会雑誌 vol.51 表紙に掲載]