

地理位置、地质和土壤学的空间变化对尼日利亚东南部粮食安全的影响

Ikpong Sunday Umo, Angela Iweka Enwereuzor

尼日利亚 奥韦里 阿尔瓦·伊库库联邦教育学院地理与环境研究系

摘要: 解释尼日利亚东南部可持续粮食生产的有效政策框架中地理位置、土壤学和地质构造的关联和变化是本研究的中心目标。研究区域分为五个州。使用商业、湿地和非湿地农业区作为指数，从三个州和八个采样点系统地收集了纹理类别的数据，并使用实验室和地理空间工具进行了分析。结果表明，研究区域的土壤学特征随地理空间而变化，但颗粒大小以砂壤土为主。方差的多元分析、变异性检验、同质性检验和重叠方差表明，地理空间和地质构造之间的差异对东南部土壤学特征的分布有显著影响。此外，东南部地理位置、地质和土壤学的空间变异性表明，作物产量的土地能力等级存在动态变化，这是农业发展和相应粮食安全的主要问题。砂壤土的优势是A类和B类土地（土壤）普遍存在的一个指标，而定性访谈证实，大多数农民仍然依赖土壤的自然肥力进行作物生产，但其生产的质量和数量往往受到传统/小型农场的阻碍。为了维持人口众多的粮食安全，本研究建议对东南部土壤的理化和生物地球化学财产进行大规模评估，为农民选择作物提供依据；提高农民对在特定土壤地理和地质条件下能够获得更好产量的作物类型的认识和教育。

关键词: 地理位置；土壤学；马诺瓦；粮食安全；国家发展

The Implications of Spatial Variations in Geographic Location, Geology and Pedology on Food Security in the Southeast Nigeria

Ikpong Sunday Umo, Angela Iweka Enwereuzor

Department of Geography and Environmental Studies, Alvan Ikoku Federal College of Education, Owerri, Nigeria

Abstract: The explanation of the associations and variations in geographic location, pedology and geologic formations for effective policy framework towards sustainability food production in Southeast Nigeria is the central objective of this study. The study area was stratified into five states. Data on textural classes were systematically collected from three states and at eight sampled points using commerce, wetland and non-wet land agricultural areas as indices and analyzed using laboratory and geo-spatial tools. The results indicated that pedologic characteristics of the study area vary with geographic spaces but particle size was dominated by sandy loam. The multivariate analysis of variance, tests of variations, homogeneity, and overlapping variances revealed that variations among geographic space and geologic formations have significant effect on the distribution of pedologic characteristics in the Southeast. Also, the spatial variabilities of geographic location, geology, and pedology in the southeast suggest dynamics in land capability class for crop yields which constitute major issue to agricultural development and the corresponding food security. The dominance of sandy loam soil is an indicator of the prevalence of class A and class B land (soils) while qualitative interview affirmed that most farmers still relied on the natural fertility of the soil for crop production, but the quality and quantity of their produced were often hampered by traditional/small size holdings. To sustain food security for the teeming population, this study recommended for massive evaluation of physicochemical and bio-geochemical properties of soil in the Southeast to provide basis for farmers' choice of crops; creation of more awareness and education of farmers on the type of crops that can yield better under certain pedo-geographic and geologic formations.

Keywords: Geographic location; Pedology; MANOVA; Food security; National development

1. 引言

1.1. 背景

21 世纪, 对农业可持续性的追求, 以促进粮食安全和国家发展, 吸引了众多研究人员的关注。地理学家、土地利用和环境资源规划者普遍认为, 不同地理现象在时间和空间上的空中分布存在差异。由于大量未充分利用或滥用土地(土壤)的可用性, 农业活动的主导地位加快, 这被认为是尼日利亚等发展中经济体最突出的特征之一^[1]。

据估计, 全球约有 12 亿人生活在赤贫中, 1600 亿 5 岁以下儿童营养不良, 约 80% 的人口居住在非洲和亚洲大陆的农村地区^[2], Hazzel 和 Wood 在 Duru, Umo 和 Ojinma 中引用^[3]。此外, 尼日利亚在 2018 年跻身世界最饥饿国家之列^[4]。所确定的模式和问题是农业生产不良以及对粮食安全和国家发展的相应威胁的指标。农业发展和粮食安全状况在各地和全球各国的人们之间存在很大差异。同样, 给定地理空间的土壤学(土壤类型)、地质和气候的变化可能会对人类长期生产的作物类型、质量和数量产生重大影响。

给定地理区域的土壤学属性及其地质构造共同定义了养分富集程度和土地作物产量能力。最近, Duru 等人^[3]观察到, 通常由地质构造控制的功能性和主动性土壤管理是跨越地理空间的人口可持续粮食生产和安全的主要催化剂。因此, 发展农业部门促进有效的粮食安全和国家发展需要通过法律、体制、领导、伙伴关系、培训和支持框架建设有效土壤管理的能力^[5]; 这取决于^[3]中设定的劣化程度。空间上土壤(土地)的可降解状态是 21 世纪人类面临的环境挑战的一个方面。持续的人口增长以及由此产生的对土地的需求增加, 以促进作物生产和建成区, 可能会共同增加气候变化问题所带来的压力和破坏。

特别是在尼日利亚和东南部地区, 农村经济以农业和商业为基础, 贫困、侵占地理空间、土地面积小、教育水平低以及土壤学、气候、地质和当地地貌等非生物因素使粮食安全的愿望更加复杂^[6]。“粮食安全”这一概念是指在一段时间内, 特定地理空间(地点、地区或国家)内的人民有足够的粮食供应、获取、利用和稳定^[7]。粮食在人类和相关生物生存中的活力和作用证明, 有必要为确保充足和可持续的粮食生产和安全作出更多努力^[8]。例如, 农业部门对气候变化、粮食生产和供应的脆弱性通常对人民构成严重挑战, 从而改变粮食安全和农民收入的格局。贫瘠和贫瘠的土壤通常对单位土地的作物产量起到减缓作用。其他制约因素包括虫害、疾病、土地成本和作物管理实践成本^[9]。

在这项研究中, 三个基本问题引起了研究人员的注意:

- a. 尼日利亚东南部的土壤学特征是什么?
- b. 尼日利亚东南部的地理位置、地质构造和土壤(土

壤)特征之间是否存在显著差异?

- c. 尼日利亚东南部的地理位置与地质、砂、粘土、淤泥特征之间是否存在显著关联?

突出的研究问题构成了本次调查的重点。每一个问题都将在本研究的一节中进行相应的分析和讨论。

1.2. 研究的目的和目标

农业生产力和粮食安全的有效性是许多因素的结果, 这些因素通常在地理空间和时间上有所不同。因此, 本研究的目的是对地理位置(空间)、地质构造和土壤学特征的关联和变化进行因果解释, 以提高尼日利亚东南部的作物产量。为了实现这一目标, 研究了以下具体目标。

1. 评估尼日利亚东南部的土壤学特征。

2. 确定东南部的地理空间、地质构造和土壤学特征之间是否存在显著差异。

3. 评估东南部地理位置、地质、砂、粘土和淤泥特征之间的差异比例。

1.3 研究假设

这项研究建立在一个无效假设的基础上, 即: 东南部的地理空间、地质构造和土壤学特征之间没有显著差异。

1.4 研究区域

尼日利亚东南部位于赤道以北纬度 4°38' 和 7°05', 格林威治子午线以东经度 5°50' 和 8°10' 之间。它由五个州(阿比亚州、阿南布拉州、埃邦伊州、埃努古州和伊莫州)组成。根据 Köppen 的气候分类方案, 该地区的气候分为南部的 Af(湿润热带)气候(包括阿比亚州、伊莫州、阿南布拉州)和北部的 Am(湿润和干燥气候)^[10]。类似地, 降雨分布随地理空间和季节而变化。该地区的降雨量通常达到两倍最大值(4月至7月和8月至11月), 年平均降雨量在 1875 mm 至 2500 mm 之间, 且通常从北向南逐渐减少^[11]。该地区南部的月降雨量和年降雨量确实高于北部, 一些特殊情况由当地因素(如地形、水文和土地利用)引起。降雨量、频率、密度和强度的变化为种植棕榈树、山药、木薯、大米、腰果、芭蕉、香蕉、椰子、椰子、菠萝、蔬菜、橡胶、玉米、豆类、豇豆等作物提供了独特的条件, 尤其是在村庄。单位土地的产量主要取决于土壤的自然肥力。

研究区域的土壤学属性在地理空间和时间上有所不同。在阿比亚州的阿巴地区, 土壤主要为纯铁酸盐土壤, 呈深棕色多孔。在伊莫州的奥古塔地区, 由于靠近大奥古塔湖并受其影响, 该地区为浅褐色壤土冲积层(被归类为水成土)。在 Ebonyi 州的 Abakaliki 地区, 土壤为红棕色砾质和浅粘土, 由铁矿石结核形成的页岩衍生而来。在埃邦伊州的伊克沃地区, 土壤为大罗斯河诱发的浅褐色壤土冲积层(水成土)。

随着土壤学的发展, 研究区域的地质构造在地理空间上也有所不同(图 1)。例如, 尼日利亚东南部 Aba

和 Ikwo 地区的水成土分布模式受到最近第四纪冲积层沉积的影响。类似地，阿巴地区的铁质土壤受到第三纪（全新世）海岸平原沙的加速，而阿巴卡利基地区主要的砾石铁矿石结核与新生代有关，^[12] 认为，在长期侵蚀、风化、侵蚀和侵蚀盛行之后，背斜经历了一些复兴元素，以及相关的地貌过程。

最近关于尼日利亚东南部土壤学、地质学和气候分布的可变性和模式的讨论表明，该地区不同农业和相关实践的土地利用能力存在差异。所确定的变量与土地管理 / 所有权制度可能会对该地区的粮食生产和安全以及国家总体发展产生非常强烈的影响^[1; 13]。

2. 材料和方法

本研究本质上是实证研究，侧重于实地调查、实验室和地图分析。研究区域根据各州划分为五个区域。有系统地选择了三个州（包括阿比亚、埃邦伊和伊莫），将农业、商业和行政作为促进平等代表性的基本指标。样本采集的地理位置分为八个不同的单元和系统采集的八个系列样本。地质地层分为四大类：Eze Aku 地层（1）、Asu 河地层（2）、第三纪滨海平原砂层（3）和新近第四纪冲积层（4）。编码是根据地层的年龄从最老到最年轻（图 1）。

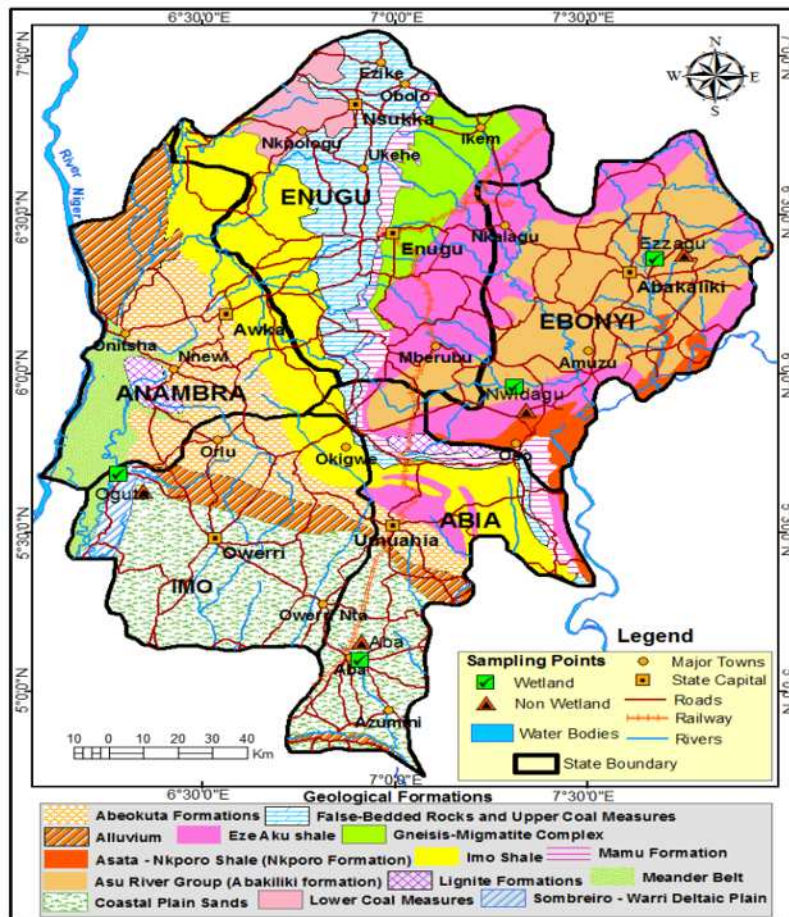


图 1. 尼日利亚东南部显示地质地层和采样点。

通过对湿地和非湿地农业区的直接实地调查，获得了土壤学特征数据。实验室分析采用沉降法（三角湿度法）。使用（6.5×6.5cm）不锈钢土壤取样器在 0–19cm、20–40cm 和 41–60cm^[13] 的深度系统地收集了土壤类别的样本，以确定东南部湿地和非湿地农业区的垂直变异性。调查期间共收集了 24 个样本。

从不同地点收集的土壤样本被包装在黑色聚乙烯袋中，并贴上相应的标签，然后运至实验室进行进一步处理和分析。在实验室中，对样品进行适当处理，以确保符合标准和质量保证，在 110°C 的温度下烘干 24 小时，以去除有机物和块状物。将干燥的颗粒均匀化，并使用

2 mm 筛网筛分，以去除砾石（尺寸 >2 mm），同时保留土壤（砂、淤泥和粘土）特性。分析程序及其比例计算严格符合^[14; 15; 16] 建议。

从地理位置、地质构造和土壤学特征生成的数据列于表中，并使用描述性统计 { 均值、标准差和百分比 } 和多元统计 { 多元方差分析 (MANOVA) 线性回归模型 } 进行分析。描述性统计数据为比较提供了基础，而多元分析为复杂分析、假设检验和在适当自由度下回答研究问题提供了框架（以确定 0.05 置信水平下的显著性）^[10]。使用美国 IBM 22.0 模型的社会科学统计软件包 (SPSS)。

3. 数据分析和结果

Location	Type of Agriculture	Sand (mean)	Std Dev.	Silt (Mean)	Std Dev.	Clay (Mean)	Std Dev	Sample Size
Abakaliki	1. Non-wetland	45.67	6.4	15.40	1.7	38.93	8.2	3
	2. Wetland	52.33	.6	24.40	1.0	22.60	.0	3
Ikwo	3. Non-wetland	80.67	3.8	6.07	.6	15.27	1.2	3
	4. Wetland	69.67	5.5	15.07	5.7	15.27	1.2	3
Aba	5. Non-wetland	83.00	2.0	1.07	1.2	15.93	2.3	3
	6. Wetland	74.00	4.6	6.07	.6	19.93	4.2	3
Oguta	7. Non-wetland	84.00	1.0	.40	.0	15.60	1.0	3
	8. Wetland	87.00	.0	.40	.0	12.60	.0	3
Total		72.04	15.0	8.62	8.6	19.52	8.6	24

1 & 2 = Abakaliki; 3 & 4 = Ikwo (Ebonyi); 4 & 5 = Aba (Abia); 6 & 7 = Oguta (Imo).
Source: Authors' Analyses (2021).

表 1. 尼日利亚东南部土壤学特征的描述性评价。

Effect	Statistical Test	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Geographic Location	Pillai's Trace	2.073	5.112	21	48	.000
	Wilks' Lambda	.004	11.185	21	40	.000
	Hotelling' Trace	36.323	21.909	21	38	.000
	Roy's Largest Root	31.685	72.422 ^c	7	16	.000

表 2. 尼日利亚东南部地理位置、地质和土壤学变化的多变量检验。

a. 设计: 拦截 + 地理位置。b. 精确统计。c. 统计是 F 上的上界, 其在显著性水平上产生下界。资料来源: 作者分析(2021)。

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	R Squared	Adjusted R Squared
Corrected Model	Geology	30.000 ^a	7	4.286	8.324	.000	1.00	1.000
	Sand	4964.292 ^b	7	709.185	50.506	.000	.957	.938
	Silt	1625.292 ^c	7	232.185	48.456	.000	.955	.935
	Clay	1496.500 ^d	7	213.786	18.456	.000	.890	.842
Error	Geology	.000	16	.000				
	Sand	224.667	16	14.042				
	Silt	76.667	16	4.792				
	Clay	185.333	16	11.583				

表 3. 尼日利亚东南部受试者之间的差异测试。

4. 结果讨论

4.1. 土壤特征的变化

跨地理位置的土壤学属性实验室分析结果以表格形式呈现, 便于阅读和比较。表 1 中的描述性分析总结表明, 土壤财产的平均分布因地理位置而异。在阿巴卡利基, 非湿地农业区的沙子平均分布率为 45.67%, 标准差为 6.4。湿地农业区沙子的平均分布为 52.33%, 标准偏差为 0.6。此外, 淤泥的平均分布在非湿地农业区为 15.40%, 湿地为 24.40%。非湿地农业区的粘土分布为 38.93%, 湿地农业区为 22.60%。

在 Ikwo, 非湿地和湿地农业区的沙子分布分别为 80.67% 和 69.67%。非湿地和湿地农业区的淤泥含量分别为 6.07% 和 15.07%。同样, 粘土的平均分布表明, 非湿地和湿地农业区的粘土分布均匀, 各占 15.27%。Ikwo 样本单位分布的标准偏差在非湿地淤泥的 0.6 和 5.7 湿地农业区淤泥。

Aba 的沙子分布呈现出变化, 非湿地农业区的平均值为 83.00%, 湿地农业区为 74.00%。淤泥分布表明, 非湿地的平均值为 1.07%, 湿地农业区为 6.07%。此外, 非湿地的粘土分布占 15.93%, 湿地农业区的粘土分布为 19.93%。Aba 土壤学特征的标准偏差表明, 湿地农业区 4.6% 的最高值与沙有关, 而非湿地农业区 0.6 的最低值与淤泥有关。

在奥古塔, 沙子的平均分布显示, 非湿地地区的沙子值为 84.00%, 湿地农业地区的沙子为 87.00%。淤泥表示非湿地和湿地农业区的统一值为 0.40%。非湿地的

粘土分布值为 15.60%, 湿地农业区为 12.60%。另一方面, 分布的标准偏差随空间和变量的变化而变化, 在四个不同点记录的值范围为 0.0, 最低点和最高点的值为 1.0, 如表 1 所示。

土壤学特征在地理空间上的分布模式与地质构造有很强的相似性。例如, 与 Oguta 相比, Abakaliki、Aba 和 Ikwo 非湿地农业区的沙属性分布更为普遍, 因为沙变量在湿地农业区最占优势。类似地, 土壤学特征分布的一般模式给出了沙子的平均值分别为 72.04%、淤泥的平均值 8.62% 和粘土的平均值 19.52%。方案中引用的使用美国农业部 (USDA) 的土壤学特征分类表明, 研究区域以砂壤土为主, 其次是粘壤土类。

4.2 地理空间、地质和土壤特征的影响

考虑到研究目标二, 采用 MANOVA 选项的通用线性模型 (GLM) 作为替代, 以确定尼日利亚东南部的地理位置、地质构造和土壤特征之间是否存在显著差异。

表 2 所示的 MANOVA 模型的结果非常有趣。使用 Pillai 迹统计对参数组之间的同质性进行评估得出 2.073 的值, 这是一个很好的代表性统计。与模型相关的 F 值计算结果为 5.112。在 (0.05) 21/48 置信水平下的显著性检验得出表值为 1.7444。皮莱测试的结果表明, 东南部的地理位置、地质构造和土壤学特征存在显著差异。这些变化可能影响区域作物生产的类型、质量和数量、粮食安全和国家发展。

类似地, Wilks 的 Lambda 被用作替代品, 以确定地理空间和地质构造变化对东南部土壤变量分布的线

性组合的多变量影响。表 2 所示的模型结果得出的统计值为 0.004。使用 Wilk 的 Lambda 模型计算的 F 值为 11.185。使用 (0.05) 21/40 置信水平下的表值进行显著性检验得出 1.7444。结果表明,尼日利亚东南部的地理空间、地质构造和土壤属性存在显著差异(表 2)。

从另一个角度来看,霍特林迹统计被用作确定关联的替代方法,因为它与最高矩阵一起操作,结果给出了 36.323 的值。计算得出的 F 值为 21.909,而在 (0.05) 21/38 置信水平下的显著性检验为 1.7444。结果中的模式验证了尼日利亚东南部的地理空间、地质构造和土壤特征之间存在显著差异的观点。

Roy's Largest Root 被用作替代物,根据自变量之间的重叠方差比例和因变量的第一个线性组合来衡量关联的强度。罗伊模型的结果为 31.685。计算得出的 F 值为 72.422。在 (0.05) 7/16 时进行显著性检验,表值为 2.6572。由于计算的 F 值高于在 0.05 置信水平下测试的表值,因此推断尼日利亚东南部的地理空间、地质构造和土壤特征之间存在显著差异。尽管使用的参数存在差异,但结果证实了 Kwa Iboe 河流域^[10]的结果。这种相似性可能是由于该地区地质构造、土壤特征和地貌历史演变的相似性。表 2 所示的结果清楚地表明,尼日利亚东南部农业生产的可行性取决于不同的地理因素。这些因素从自然(气候、土壤、地质、地形和自然灾害)到人为干扰(土地利用、农场准备、管理实践、土地所有权制度和作物品种)。

4.3. 受试者之间的差异和关联比例

考虑到这样的无效假设:尼日利亚东南部的地理位置、地质构造和土壤特征之间没有显著差异,使用了 MANOVA。表 3 中总结的受试者之间的变异效应是使用三类误差模型作为替代品来探索的,以避免与样本大小和细胞效应相关的差异^[10]。从表 3 中,受试者间变异的三类平方和模型的结果给出了 30.000,地质的 F 值为 8.324;砂的平方值为 4964.292, F 值为 50.506;淤泥的平方值之和为 1625.292, F 值为 48.456,而粘土的平方值为 185.333, F 值 11.583。然而,在 (0.05) 7/1 置信水平下进行的显著检验得出表值为 2.6572。考虑到这些结果,因此推断东南部的地质和土壤特征(砂、粘土和淤泥)之间存在着显著的关联。结果表明,在养分富集和土地能力的背景下,每一个主题都是至关重要的,以实现跨地理空间和时间的特定作物产量。

从另一个角度来看,回归模型被用作确定系列中每个受试者的线性组合所占方差比例的替代品(见表 3)。结果表明,与地质构造相关的模型的 R 平方产生了 1.000 的完美正系数,解释了总方差的 100%。沙子的 R 平方值为 0.957,占该系列方差的 95.7%。类似地,淤泥提供了 0.955 的 R 平方值,这解释了序列中 95.5% 的方差比例。最后,粘土提供了 0.890 的 R 平方值,代表了模型中所占比例方差的 89.0%。确定的变量显示出强烈的关联。

回归系数和相应的可解释差异比例证实了^[10]中的发现,尽管严格强调了尼日利亚东南部 Kwa Iboe 河的河流沉积过程。

5. 对粮食安全和区域农业发展的影响

考虑到基于定量评估的结果,很明显,尼日利亚东南部的地理位置、地质构造和土壤特征之间存在显著差异。这意味着土地的作物(农业)生产能力因地理位置、地质和土壤学而异。盛行的地质学定义了土壤学特征和养分富集模式。营养素的富集通常对一个国家的社会经济和农业发展所依赖的粮食生产和安全起到加速或减缓作用。因此,尽管一些地区拥有非常高的质量等级,但其他地区却没有。质量的变化通常需要适当的管理策略^[3, 17],以提高土地(土壤)的作物产量,从而提高粮食安全、消除饥饿和贫困^[17]。

同样,这项研究也证实了地理空间与东南部的地质、砂、粘土和淤泥特征之间存在着显著的关联。这表明,虽然地理空间因距离和位置而异,但地质构造定义了土壤学的特征和每个区域的土壤养分禀赋。各种变量之间的统一进一步表明,土地使用者和管理者需要选择适当的作物和战略,使他们能够从农田中获得最佳的作物产量,同时可持续地保持土地质量,提高农业生产力。

6. 结论和建议

农业在粮食安全和国家发展中的作用早在 Abumere^[9]中就得到了强调,但往往受到一些严格的人为和自然因素的制约。东南部不同地理位置的地质、气候和土壤学差异表明,作物产量的土壤能力存在差异。这些是农业发展和相应的粮食安全的主要问题。砂壤土的优势是 A 类和 B 类土地(土壤)普遍存在的一个指标,这表明大多数农民仍然依赖土壤的自然肥力进行作物生产,但生产的质量和数量受到传统/小规模持有、有限资本投资和技能的制约。

对不同参数的定量评估表明,地理空间和地质的变化对尼日利亚东南部的土壤学特征有重要影响。这必然会影响到作物生产和粮食供应的比例,以满足特别是购买能力有限的中低收入者的高需求。因此,如^[7]中所观察到的,确保向经常营养不良和营养不良的人群提供充足的粮食供应、获取、利用和稳定。需要充分注意已确定的制约因素。为此,本研究提出了以下建议。

1. 各级政府应与国际捐助机构和社区合作,开展全面的土壤能力调查,以确定生物物理、地球化学和土壤财产,为农民选择作物提供依据。这是必要的,因为地理空间和地质构造的变化对土壤属性、土壤养分富集和土地作物产量有很大影响。这种有效的土壤调查必然会促进粮食生产和国家发展的安全。

2. 应作出更多努力,提高农民和其他土地(土壤)使用者对尼日利亚东南部某些土壤和地质条件下作物类型的认识和教育。如果农业推广官员、青年医务人员、教师和退休人员在地方一级积极参与,提高认识和农民

教育将非常成功，而且成本也会更低。

3. 联邦和州政府通过补贴、贷款和赠款资助农业的模式应足以满足接受者的要求。在贷款的情况下，条款和条件必须是可行的和负担得起的，以避免农村农民（穷人）和其他土地使用者或相关受益人之间的债务。

4. 有必要像世界银行、粮农组织和其他多国机构那样，更多地强调适合（贫困）农民情况的赠款和补贴。这证明了一个事实，即大多数农民无法为他们的农场提供可行的保险服务。

声明

作者声明，本文中不存在利益冲突

致谢

我们感谢奥韦里阿尔瓦·伊库库联邦教育学院地理系 2018/2019 级本科生（100 级）的努力。奥博特·伊班加·阿克潘博士和阿涅斯·桑迪·乌莫博士在与乌莫·伊蓬·星期天博士的实地工作中所给予的鼓励在本次工作中得到了真诚的认可。

参考文献

[1] Umo Ikpong Sunday, Ojinma Chumumma. Chux, Enweruzor, Angela Iweka. Rural land resources in Nigeria: a conceptual review of the challenges of management and conservation. *Journal of African Contemporary Research and Development Strategies in Africa*, 8 (1), 2015, 128-134.

[2] World Bank. CD-ROM World development indicators. Washington DC: World Bank. 2005.

[3] Duru Pat, Umo Ikpong Sunday, Ojinma Chumumma. Chux Enhancing the capability of rural farmers towards effective soil management in Amucha community, Imo State, Nigeria. *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences*, 6 (7), 2015, 296 – 301.

[4] Daily Sun. Nigeria ranked among the top hungriest Countries in the World. April 5, 2019.

[5] United Nations Environmental Program. Capacity building for sustainable development: An Overview of UNEP Capacity Development Activities. 2002, 164 pp.

[6] Okafor F. C. Rural development and environment: degradation versus protection. In P. O. Sada and F. Omuta (editors). *Environmental issues and management in Nigeria*, 2002. Ibadan, Evans publishers.

[7] Broca S. S. Food insecurity, poverty and agriculture:

A concept paper. Working Paper number, ESA, September, 2002, 02 – 15.

[8] Adeku K. O. Climate induced poverty: impediment to poverty alleviation in developing Countries. 2014, 677.

[9] Abumere S. I. Traditional agricultural systems and staple food production. In J. S. Ogunyinbo, O. O. Ayiola, and M. Filani (eds) *A Geography of Nigerian Development*. International Geographical Union, 1978. Ibadan, Heinemann Educational Books

[10] Umo Ikpong Sunday. The dynamics of sediments, heavy metals and nutrients in the Kwa Iboe River Basin, Southern Nigeria. Ph.D Thesis, University of Benin, 2019, 229 pages.

[11] Inyang P. E. B. Climatic regions. In G. E. K. Ofomata (editor), *Nigeria in maps: Eastern States*. 1975, 27 – 29.

[12] Orajaka S. O. Geology. In G. E. K. Ofomata (Editor), *Nigeria in maps: Eastern States*. 1975, 5 – 7.

[13] Ojinma C. C., Umo, I. S., Obasi, M. N. & Ukaegbu, E. P. Flash floods and household reactions toward safety among urban residents in the Southeast Nigeria. A completed project for the 2016/017 TETFUND Institutional Based Research (Report), 2017, 1 - 67.

[14] Simpson S. L., Batley G. E., Chariton A. A., Stauber, J. L., King C. K., Chapman, J. C., Hyne, R. V., Gale, S. A., Roach, A. C., Maher, W. A. *Handbook for sediment quality assessment*. Bangor, Centre for Environmental Contaminants Research, 2005, 126 pages.

[15] Beretta A. N., Silbermann A. V., Paladino L., Torres D., Bassahun D., Musselli R., Garcia-Lamoht, A. Soil texture analyses using a hydrometer: Modification of the Bouyoucos Method. *Cienciae Investigación Agrarian*, 41 (2), 2014, 263 – 271.

[16] Gee G. W., Bauder, J. W. Particle-size analysis in Klute Arnold editors, *methods of soil analysis Part 1, physical and mineral methods*. American Society of Agronomy- Soil Science Division, Madison, USA, 1986.

[17] Umo Ikpong Sunday, Ike Mbaeri Chris. A dimension of geographical regions and landforms. Owerri, Brilliant Print, 2020, 102 – 222.